UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION
ORGANIZATION DES NATIONS UNIES POUR L'EDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE

РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА «РИ-2012»

ЮБИЛЕЙНАЯ XIII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Санкт-Петербург, 24-26 октября 2012 года

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Санкт-Петербург
2013

http://spoisu.ru

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION
ORGANIZATION DES NATIONS UNIES POUR L'EDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE

РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА «РИ-2012»

ЮБИЛЕЙНАЯ XIII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Санкт-Петербург, 24-26 октября 2012 года

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Санкт-Петербург
2013

http://spoisu.ru

УДК (002:681):338.98

Р32

Р32 **Региональная** информатика (РИ-2012). Юбилейная XIII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2012)». Санкт-Петербург, 24-26 октября 2012 г.: Труды конференции. \ СПОИСУ. – СПб, 2013. – 369 с.
ISBN 978-5-906078-97-1.

Сборник трудов охватывает широкий круг направлений: Региональная политика информатизации. Электронное правительство, Теоретические проблемы информатики и информатизации, Телекоммуникационные сети и технологии, Информационная безопасность, Правовые проблемы информатизации, Информационные технологии в критических инфраструктурах, Информационные технологии в производстве, Информационные технологии на транспорте, Информационные технологии в образовании, Информационные технологии в здравоохранении, Информационные технологии в сервисе, Информационные технологии в экологии, Информационные технологии в гидрометеорологии, Информационные технологии в дизайне, Информационные технологии в издательской деятельности и полиграфии, Геоинформационные системы, Информационные технологии в научных исследованиях, а также материалы Научной школы молодых ученых «Информационные технологии математического моделирования», Молодежной научной школы «Региональная информатика и проблемы устойчивого развития», Научной школы для старшеклассников «Информатика будущего» и Молодежной научной школы «Безопасные информационные технологии».

УДК (002:681):338.98

Редакционная коллегия: *Б.Я. Советов, Р.М. Юсупов, В.П. Заболотский, В.В. Касаткин*
Компьютерная верстка: *А.С. Михайлова, Л.Н. Федорченко*
Дизайн: *Н.С. Михайлов*

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 30.06.2013. Формат 60x84⅛. Бумага офсетная.
Печать – ризография. Усл. печ. л. 41. Тираж 400 экз. Заказ № 3016
Отпечатано в ООО «К-8»
190005, Санкт-Петербург, Измайловский пр., 18-д

ISBN 978-5-906078-97-1

© Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления (СПОИСУ), 2013 г.
© Авторы, 2013 г.

UNITED NATIONS EDUCATIONAL, SCIENTIFIC AND CULTURAL ORGANIZATION
ORGANIZATION DES NATIONS UNIES POUR L'EDUCATION, LA SCIENCE ET LA CULTURE

REGIONAL INFORMATICS «RI-2012»

XI ST. PETERSBURG INTERREGIONAL CONFERENCE

St. Petersburg, October 24-26 2012

PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE

St. Petersburg
2013

http://spoisu.ru

УЧРЕДИТЕЛИ КОНФЕРЕНЦИИ

- Правительство Санкт-Петербурга
- Законодательное Собрание Санкт-Петербурга
- Правительство Ленинградской области
- Министерство связи и массовых коммуникаций Российской Федерации
- Министерство образования и науки Российской Федерации
- Российская академия образования
- Отделение нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук
- Санкт-Петербургский научный Центр Российской академии наук
- Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации Российской академии наук
- Санкт-Петербургская территориальная группа Российского национального комитета по автоматическому управлению
- Санкт-Петербургское Общество информатики, вычислительной техники, систем связи и управления

СОУСТРОИТЕЛИ КОНФЕРЕНЦИИ

- Российский фонд фундаментальных исследований
- ФГУП «Научно-исследовательский институт «Рубин»
- ФГУП «ЦентрИнформ»
- Санкт-Петербургский филиал «Ленинградское отделение Центрального научно-исследовательского института связи»
- СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр»
- Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
- Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
- Петербургский государственный университет путей сообщения
- Ростовский филиал Московского государственного технического университета гражданской авиации
- Санкт-Петербургский государственный политехнический университет
- Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
- Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна
- Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
- Санкт-Петербургский университет МВД России
- Санкт-Петербургский институт экономики и бизнеса
- Северо-Западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
- Смольный институт Российской академии образования
- ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»
- ОАО «Центр компьютерных разработок»
- ЗАО «Ассоциация специалистов информационных систем»
- ЗАО «Институт инфотелекоммуникаций»
- ЗАО «Институт телекоммуникаций»
- ЗАО «Научно-технический центр биоинформатики и телемедицины «Фрактал»
- ООО «Геонавигатор»
- ООО «ИнТехСервис»
- ООО «Компания «Марвел»
- ООО «Лаборатория инфокоммуникационных сетей»
- Партнерство для развития информационного общества на Северо-Западе России
- Северо-западное отделение Российской академии образования
- Санкт-Петербургская инженерная академия
- Санкт-Петербургское отделение Международной академии информатизации
- Санкт-Петербургское отделение Академии информатизации образования

КООРДИНАЦИОННЫЙ СОВЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Полтавченко Георгий Сергеевич	Губернатор Санкт-Петербурга
Макаров Вячеслав Серафимович	Председатель Законодательного собрания Санкт-Петербурга
Дрозденко Александр Юрьевич	Губернатор Ленинградской области
Алферов Жорес Иванович	Вице-президент Российской академии наук, председатель Президиума Санкт-Петербургского научного Центра Российской академии наук, Лауреат Нобелевской премии
Велихов Евгений Павлович	Академик-секретарь Отделения нанотехнологий и информационных технологий Российской академии наук
Никифоров Николай Анатольевич	Министр информационных технологий и связи Российской Федерации
Ливанов Дмитрий Викторович	Министр образования и науки Российской Федерации
Никандров Николай Дмитриевич	Президент Российской академии образования

ПРЕЗИДИУМ КОНФЕРЕНЦИИ

Советов Борис Яковлевич	Председатель Президиума, Сопредседатель Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга
Юсупов Рафаэль Мидхатович	Председатель Организационного Комитета, директор Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук
Дивинский Игорь Борисович	Вице-губернатор Санкт-Петербурга - руководитель Администрации Губернатора Санкт-Петербурга
Громов Иван Александрович	Председатель Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга
Максимов Андрей Станиславович	Председатель Комитета по науке и высшей школе Санкт-Петербурга
Васильев Владимир Николаевич	Председатель совета ректоров Санкт-Петербурга, ректор Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики
Кучерявый Михаил Михайлович	Руководитель Управления Федеральной службы технического и экспортного контроля по Северо-Западному федеральному округу
Лопота Виталий Александрович	Президент – генеральный конструктор Ракетно-космической корпорации «Энергия» им. С.П. Королева
Пешехонов Владимир Григорьевич	Генеральный директор ГНЦ «Центральный научно-исследовательский институт «Электроприбор»
Шульц Владимир Леопольдович	Заместитель президента Российской академии наук

ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель Организационного Комитета

Юсупов Рафаэль Мидхатович	Директор Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук

Заместитель председателя Организационного Комитета

Громов Иван Александрович	Председатель Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга

Члены Организационного Комитета

Акопов Григорий Леонидович	Директор Ростовского филиала Московского государственного технического университета гражданской авиации
Александров Анатолий Михайлович	Заместитель начальника Центра анализа и экспертизы ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»
Андронова Ольга Олеговна	Главный редактор газеты «Компьютер Информ»
Бакурадзе Дмитрий Викторович	Ученый секретарь Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук
Барышников Сергей Олегович	Ректор Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
Блажис Анатолий Константинович	Директор ЗАО «Научно-технический центр биоинформатики и телемедицины «Фрактал»
Богданов Владимир Николаевич	Директор ФГУП «ЦентрИнформ»
Борисов Николай Валентинович	Директор Междисциплинарного центра Санкт-Петербургского государственного университета
Вус Михаил Александрович	Старший научный сотрудник Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук
Гирдин Сергей Алексеевич	Президент ООО «Компания «Марвел»
Григорьев Владимир Александрович	Генеральный директор ООО «Лаборатория инфокоммуникационных сетей»
Гуца Анатолий Григорьевич	Главный специалист СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр»
Давыдов Евгений Борисович	Главный конструктор ФГУП «Научно-исследовательский институт «Масштаб»
Демидов Алексей Вячеславович	Ректор Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
Долгирев Валерий Алексеевич	Помощник директора Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук по защите информации
Дроздов Валентин Нилович	Профессор Северо-Западного института печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
Жданов Сергей Николаевич	Заместитель генерального директора ЗАО «ВТБ-Девелопмент»
Жигадло Валентин Эдуардович	Заместитель генерального директора ЗАО «Институт телекоммуникаций»
Заболотский Вадим Петрович	Руководитель научно-исследовательской группы Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук
Заборовский Владимир Сергеевич	Заведующий кафедрой Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, заместитель главного конструктора ЦНИИ РТК
Захаров Юрий Никитич	Первый заместитель директора СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр»
Зегжда Петр Дмитриевич	Директор Специализированного центра защиты информации, заведующий кафедрой информационной безопасности компьютерных систем Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
Зубков Юрий Сергеевич	Действительный государственный советник Санкт-Петербурга 3 класса
Игумнов Владимир Вячеславович	Главный конструктор ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс»
Ипатов Олег Сергеевич	Заведующий кафедрой Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Касаткин Виктор Викторович	Ученый секретарь Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга, декан ФПК Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
Кирсанов Игорь Петрович	Генеральный директор ЗАО «ВО «РЕСТЭК»
Корабельников Евгений Владимирович	Директор СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр»
Коршунов Сергей Валерьевич	Заместитель председателя Совета УМО вузов России, проректор по учебной работе Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана
Кузичкин Александр Васильевич	Заместитель директора ФГУП «Научно-исследовательский институт телевидения»
Кузьмин Юрий Григорьевич	Ученый секретарь Санкт-Петербургского Общества информатики, вычислительной техники, систем связи и управления
Лезунова Наталья Борисовна	Директор Северо-Западного института печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
Лысенко Владимир Александрович	Руководитель Центра электронных ресурсов и технологий Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
Марков Вячеслав Сергеевич	Ученый секретарь Объединенного научного совета Санкт-Петербургского научного Центра Российской академии наук
Михайлов Николай Семенович	Технический директор Санкт-Петербургского Общества информатики, вычислительной техники, систем связи и управления
Михайлова Анна Сергеевна	Заместитель директора по связям с общественностью Санкт-Петербургского Общества информатики, вычислительной техники, систем связи и управления
Молдовян Александр Андреевич	Заместитель директора Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук по информационной безопасности
Николаев Алексей Юрьевич	Генеральный директор ЗАО «Эврика»
Никулин Евгений Николаевич	Ректор Санкт-Петербургского института экономики и бизнеса
Оводенко Анатолий Аркадьевич	Ректор Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения
Осадчий Александр Иванович	Директор Санкт-Петербургского филиала «Ленинградское отделение Центрального научно-исследовательского института связи»
Перепелица Сергей Николаевич	Генеральный директор ООО «ИнТехСервис»
Пильдес Майя Борисовна	Директор Гимназии № 56 Санкт-Петербурга
Присяжнюк Сергей Прокофьевич	Генеральный директор ЗАО «Институт телекоммуникаций»
Пухов Геннадий Георгиевич	Директор ООО «Геонавигатор»
Рунеев Анатолий Юрьевич	Генеральный директор ФГУП «Научно-исследовательский институт «Рубин»
Симонов Михаил Владимирович	Главный консультант директора ФГУП «ЦентрИнформ»
Солодянников Александр Владимирович	Генеральный директор ЗАО «Ассоциация специалистов информационных систем»
Терещенко Павел Геннадьевич	Заместитель генерального директора ФГБУ «Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина»
Тимофеев Александр Васильевич	Председатель Союза дизайнеров Санкт-Петербурга
Тихомиров Сергей Григорьевич	Генеральный директор ОАО «Центр компьютерных разработок»
Ткач Анатолий Федорович	Заместитель директора Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук
Устинов Игорь Анатольевич	Генеральный директор ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»

Уткин Виктор Викторович	Директор Центра информационных технологий управления и электронных услуг Санкт-Петербургского государственного университета сервиса и экономики
Федорченко Людмила Николаевна	Старший научный сотрудник Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук
Фрадков Александр Львович	Заведующий лабораторией Института проблем машиноведения Российской академии наук, вице-президент Санкт-Петербургского Общества информатики, вычислительной техники, систем связи и управления
Черешкин Дмитрий Семенович	Заведующий лабораторией Института системного анализа Российской академии наук
Чугунов Андрей Владимирович	Заведующий кафедрой управления государственными информационными системами, директор Центра технологий электронного правительства Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики
Шерстюк Юрий Михайлович	Генеральный директор ЗАО «Институт инфотелекоммуникаций»

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель Программного Комитета

Советов Борис Яковлевич	Сопредседатель Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга

Заместители председателя Программного Комитета

Жигадло Валентин Эдуардович	Заместитель генерального директора ЗАО «Институт телекоммуникаций»
Ипатов Олег Сергеевич	Заведующий кафедрой Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Члены Программного Комитета — руководители секций

Исполнительный директор Конференции

Касаткин Виктор Викторович	Ученый секретарь Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга, декан ФПК Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Ученый секретарь Конференции

Заболотский Вадим Петрович	Руководитель научно-исследовательской группы Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации Российской академии наук

Информационный спонсор Конференции

Компьютер Информ	Газета для руководителей предприятий и организаций, отделов АСУ, ведущих специалистов и служб ИТ, www.ci.ru

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Советов Б.Я., Никандров Н.Д.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
Москва, Российская академия образования

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЩЕСТВУ

Под качеством образования будем понимать совокупность признаков, свойств, характеристик, отличающих одно образование от другого. В узком смысле, качество образования - это подготовленность субъекта, получившего образование определенного качества, к выполнению конкретных функций. Разное образование отличается набором признаков, которыми будет характеризоваться выпускник вуза, и различной подготовленностью к выполнению конкретных функций. Качество образования должно быть различным. Различие выражается в определенных свойствах, позволяющих судить о качестве образования. Формально качество образования – это степень соответствия государственным образовательным стандартам, что подтверждается аккредитацией с установлением статуса учебного заведения. Описание того, к чему пригоден специалист, к выполнению каких функций он должен быть подготовлен, какими качествами он должен обладать, содержит модель выпускника. Главная причина снижения качества образования в последние десятилетия – наличие кризисных ситуаций в системе образования в связи с неудовлетворительным финансированием. Последние годы Российская система образования находилась в состоянии непрерывного реформирования. Можно выделить следующие периоды:

1. Период «новаторства» (под руководством Г.А. Ягодина).
2. Период «деполитизации и деидеологизации» (под руководством Э.Д. Днепрова).
3. Период «демократизации и вхождения в рынок» (под руководством В.Г. Кинелева и А.Н. Тихонова).
4. Период «модернизации» (под руководством В.М. Филиппова и А.А. Фурсенко).

Модернизация образования привела в настоящее время к завершению перехода к уровневой системе высшего профессионального образования, копирующей западную систему образования. Игнорирование отечественного опыта подготовки специалистов вызывает отрицательные отклики работодателей, а также видных деятелей науки, культуры и образования.

По современным воззрениям информационное общество – это общество, в котором производство и потребление информации признается наиболее значимым ресурсом, новые информационные и телекоммуникационные технологии и техника становятся базовыми технологиями и техникой, а информационная среда наряду с социальной и экологической – новой средой обитания человека. Образование в информационном обществе занимает лидирующее место. На этапах перехода к информационному обществу возникает ряд проблем в образовании.

На этапе компьютеризации можно выделить следующие проблемы:

1. Создание методического обеспечения применения информационных технологий в учебном процессе.
2. Разработка моделей, методов и средств образовательных информационных технологий.
3. Оценка границ эффективного применения информационных технологий в непрерывном образовании, исходя из психологических и возрастных особенностей обучаемого.

На этапе персонализации информационного фонда и интеграции информационных сетей к проблемам образования можно отнести;

1. Представление информационных ресурсов российского образования в мировой образовательной системе.

2. Организация свободного удаленного доступа учителей и учеников к информационным образовательным ресурсам.

3. Перевод методических, учебных пособий и учебников на новые виды машинных носителей с использованием мультимедиа и Web-технологий.

4. Достижение единства теории предмета, методики его изучения и средств представления знаний на базе перспективных информационных технологий.

5. Создание виртуальных школ и университетов, поддерживающих дистанционное образование.

На этапе формирования единого мирового информационного фонда предполагается решение следующих проблем:

1. Формализация и представление знаний.
2. Создание сети распределенных баз знаний.
3. Разработка методики использования удаленных информационных ресурсов в учебном процессе и в организации образовательной системы.
4. Создание программно-аппаратного обеспечения.
5. Организация свободного удаленного доступа всех слоев населения к информационным образовательным ресурсам.

Особое внимание в информационном обществе следует уделить формированию новой высокоразвитой личности, которая заложит основы цивилизации будущего. Если будущее рассматривать в перспективе наступившего века, то следует учесть внешние объективные условия перехода человечества в информационное общество. Завершающий этап построения информационного общества реализует конструктивно идею о ноосфере, так как формируется единый информационный фонд человечества, включающий совокупность знаний, объединяемых мировым информационным пространством. Реализация проектов перехода к информационному обществу предполагает дальнейшее развитие и внедрение во все сферы человеческой деятельности перспективных информационных технологий, позволяющих человеку жить и работать в новой информационной среде. Эти технологии поддерживают базовые информационные процессы, обеспечивающие подготовку, сбор, передачу, накопление, хранение информации, а также преобразование данных в знания на основе моделей формализации и представления знаний. Это позволяет формировать коллективный разум человечества.

Переход к уровневой системе образования создает благоприятные предпосылки для введения ноосферной составляющей в процесс подготовки кадров. Прежде всего, необходимо формировать ноосферное мировоззрение у преподавателей, что в современных условиях при подходе к образованию как к услуге сделать непросто. Нелегко существующую в настоящее время ориентацию образования на успешность, его направленность на решение сиюминутных задач сменить на ноосферное образование, ориентированное на достижение нравственных идеалов.

В условиях современной рыночной экономики выпускнику необходимо предоставить свободу в выборе образовательной траектории и последующего места работы. По сути, это приводит к замене базовой квазиадминистративной модели на либеральную. Можно выделить следующие особенности либеральной модели:

а) академические свободы и автономии университетов;

б) возможность самостоятельно модернизировать образовательные программы;

в) открытие новых образовательных программ без разрешения Министерства;

г) классификация образовательных программ сопоставима с Международной стандартной классификацией образования.

Необходимо формирование ноосферного мировоззрения у преподавателей. Недопустимы уход от фундаментализации образования, замена сложившихся фундаментальных дисциплин, новыми зачастую непонятными по целям и содержанию. Ноосферность образования предполагает, в том числе, овладение отечественной культурой, родным языком, классической литературой, музыкой и искусством, что позволит усилить интерес подрастающего поколения к нравственным ценностям. Содержательно в рамках либеральной модели образования следует более решительно вводить ноосферную составляющую в действующие компетенции, а также разработать новые компетенции ноосферного характера и соответствующий перечень дисциплин, способствующих нравственному развитию обучаемых.

Качество образования для уровня бакалавра обеспечивается за счет того, что бакалавр приобретает в итоге обучения требуемые компетенции. Федеральные государственные образовательные стандарты (ФГОС) построены на основе следующих требований:

1. Реализация двухуровневой системы подготовки в вузах (бакалавр, магистр).
2. Вместо используемых ранее часов на обучение по дисциплинам расчет ведется в зачетных единицах (кредитах); условно один кредит соответствует 36 часам подготовки по учебным планам государственных образовательных стандартов предшествующих поколений.
3. Компетентностный подход к разработке государственных образовательных стандартов. В ФГОС фиксируются компетенции.
4. Большая свобода в разработке учебных планов (основных образовательных программ) для вузов (в стандарте фиксируются только компетенции, а не содержание подготовки).
5. Активное участие работодателей в оценке ФГОС.

Качество подготовки для уровня магистра обеспечивается:

- обучением в магистратуре на базе лучших в России научно-педагогических школ;
- выбором тематики магистерской диссертации на основе актуальной выполняемой по заказу промышленности научно-исследовательской работы;
- возможностью получения звания магистр-инженер;

– возможностью подготовиться по окончании магистратуры к сдаче экзамена кандидатского минимума;

– возможностью сформировать «заделы» по кандидатской диссертации и научным публикациям.

Существенным является возможность подготовки прикладного бакалавра и прикладного магистра. При этом возможны разные варианты организации подготовки:

– двухступенчатая подготовка, зависимая на первых трех курсах, разветвляющаяся после третьего и четвертого курсов;

– комбинированная зависимая на первых трех курсах, разветвляющаяся после третьего курса;

– независимая для разных видов подготовки;

– частично-независимая, разветвляющаяся после третьего курса с уровнем: прикладной бакалавр;

– частично-независимая, разветвляющаяся после третьего курса с уровнем: академический бакалавр.

Для оценки качества подготовки существенными являются результаты мониторинга в системе образования, который может проводиться в форме систематического стандартизированного наблюдения за состоянием и динамикой изменений результатов и условий осуществления образовательных процессов, контингента обучающихся, учебных достижений обучающихся, сети организаций, осуществляющих образовательную деятельность. Контроль качества образования со стороны широкой общественности может осуществляться на основе информации, получаемой из итоговых отчетов в сети Интернет на официальных сайтах федерального органа исполнительной власти, осуществляющего функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере образования, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации и органов местного самоуправления, осуществляющих управление в сфере образования.

Юсупов Р.М.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА

Человечество в своем развитии прошло три крупных этапа (стадии), которые различаются способами обеспечения существования и развития общества, а также основным видом ресурса, используемым при реализации этих способов. К этим этапам относятся: этап собирательства и охоты, аграрный, индустриальный. На рис.1 эти этапы указаны с хронологизацией по работам американского социолога Э.Тоффлера [1].

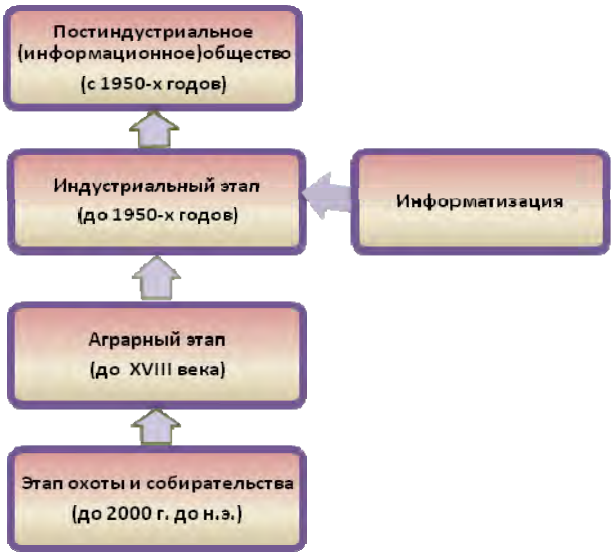


Рисунок 1. Этапы развития человечества

Основным содержанием развития человечества на рубеже XX и XXI веков считается переход от индустриального общества к постиндустриальному.

Споры и научные дискуссии разгораются сегодня вокруг вопроса: каковы особенности этого постиндустриального общества и его экономики. При обсуждении этой проблемы предлагается целый ряд терминов: информационное общество (Information Society), информациональное общество (Informational Society), общество знаний, общество знаний и образования, сетевое общество, эпоха гибкой специализации (высокотехнологической специализации), цифровое общество, общество услуг, информационный капитализм.

Широко обсуждаются и пути развития экономики постиндустриального общества. «Вбрасываются» такие понятия как экономика информационного общества, экономика знаний, сетевая экономика, инновационная экономика, новая экономика, цифровая экономика, экономика услуг.

Наиболее активно экономистами, социологами, философами и политологами эксплуатируются понятия информационное общество, общество знаний, (основанное на знаниях), инновационная экономика, а также «новая экономика».

Под информационным обществом понимается такое общество, в котором производство и потребление информации является важнейшим видом деятельности, информация признается наиболее значимым стратегическим ресурсом, новые информационно-коммуникационные технологии (ИКТ) становятся базовыми технологиями, а основу инфраструктуры общества формирует информационно-коммуникационная инфраструктура [2].

Понятие информационного общества имеет фактически официальный международный статус. Еще в 1998 г. Международный союз электросвязи выступил с предложением в адрес Организации Объединенных наций о проведении под эгидой ООН Всемирной встречи на высшем уровне по вопросам информационного общества. В 1999 г. Европейская Комиссия приняла программу «Электронная Европа 2002». Развитию информационного общества были посвящены Окинавская встреча «Большой восьмерки» в июле 2000 г. и Всемирный саммит по информационному обществу (Женева, 2003 г.; Тунис, 2005 г.). На Окинаве была принята Хартия глобального информационного общества.

В 2005 г. на весенней сессии Европейского совета в Лиссабоне была выработана Лиссабонская стратегия, которая определила знания и инновации в качестве главного двигателя устойчивого роста и особо выделила проблему формирования полностью развернутого информационного общества.

В рамках ЕС сформирована новая рамочная стратегия - Европейское информационное общество 2010. В стратегии подчеркнута роль ИТ как двигателя для роста вовлеченности населения в информационное общество и повышения качества жизни.

Информационное общество формируется в процессе информатизации. Информатизация представляет собой социально-экономический и научно-технологический процесс массового применения ИКТ во всех сферах человеческой деятельности (экономика, политика, культура, образование, наука, оборона и т.д.) для кардинального улучшения условий труда и качества жизни населения, значительного повышения эффективности всех видов производства.

Условная картина формирования информационного общества в процессе информатизации представлена на рис.2.

Рис. 2. Формирование информационного общества в процессе информатизации.

Иногда для краткой презентации информационного общества автор пользуется формулой:

Информационное общество есть разумная власть плюс информатизация всей страны.

Идея этой формулы позаимствована у В.И.Ленина, который в свое время провозгласил:

Коммунизм есть советская власть плюс электрификация всей страны.

Доминирующее положение информации в информационном обществе по отношению к традиционным видам ресурсов обусловлено специфическими свойствами информации как ресурса и сложившимися в настоящее время условиями развития общества.

Эти условия определяются тем, что человечество практически исчерпало экстенсивные пути своего развития. Применение традиционных технологий, способов производства, а также образ жизни современного человека приводят с неизбежностью к достаточно быстрому истощению ресурсов Земли и такому ухудшению экологической обстановки и здоровья человека, при котором ставится под угрозу само существование и дальнейшее развитие человеческого общества. Поэтому поиск и масштабное включение в мировую экономику новых ресурсов, которые позволили бы избежать экологических бед и катастроф и в то же время обеспечили бы поступательное развитие общества, стали одной из важнейших глобальных проблем второй половины XX века.

К таким ресурсам следует отнести информацию благодаря следующим ее свойствам [2,3]:

– Информация представляет собой практически неисчерпаемый ресурс, в том смысле, что в процессе использования она, по крайней мере, не убывает, относительно легко тиражируется и распространяется.

– Информация обладает ресурсосберегающими свойствами. Применение информации позволяет сократить потребности в других ресурсах и создать ресурсосберегающие и экологически чистые технологии и производства. К таким технологиям сегодня относят, например, наукоемкие «высокие» технологии.

– Информация является пока экологически чистым ресурсом, информационное загрязнение в мире в настоящее время достаточно далеко от опасного уровня.

– Для работы с информацией созданы универсальные, практически неограниченные по быстродействию и производительности средства – электронные вычислительные машины и т.д.

Концепции и методологии информационного общества и общества знаний находятся в стадии развития. Часто понятия информационное общество и общество знаний отождествляются (являются синонимами) [4,5]. Имеются попытки рассматривать общество знаний как постинформационное общество [6].

Анализ соответствующей литературы показывает, что термин инновационная экономика тесно коррелирует с понятиями экономики знаний и экономики информационного общества, а также «новой экономики».

Например, известны такие утверждения об инновационной экономике и ее определения.

1. Инновационная экономика - тип экономики, в которой прибыль создается не за счет материального производства и не за счет концентрации финансовых центров.

Инновационная экономика позволяет генерировать избыточный поток инноваций, постоянно задавая следующую планку в технологическом соревновании.

Инновация - нововведение в области техники, технологии, организации труда или управления, основанное на использовании достижений науки и передового опыта.

2. Инновационной экономикой знания можно считать такую экономику, в которой знания позволяют генерировать поток нововведений, отвечающий динамично изменяющимся потребностям, а часто и формирующий эти потребности [6].

3. Формирование экономики, основанной на знаниях, - это путь развития информационного общества, где основная ставка делается на развитие науки, инноваций, культуры, информационной индустрии и человеческого капитала.

Инновации - основная форма превращения знаний в благосостояние, ключевая характеристика экономики знаний [5].

4. Экономика знаний есть высший уровень развития инновационной экономики.

Ключевыми понятиями в этих и других пониманиях инновационной экономики являются информация, знания и инновации, как основная форма использования информации и знаний для производства новой продукции и услуг. Как уже было отмечено, информация и знания в постиндустриальном обществе приобретает статус стратегического ресурса. С этим ресурсом надо работать.

Основное средство оперирования с информацией - это информационные (ИТ) или информационно-коммуникационные технологии (ИКТ).

Напомним, что ИТ - это совокупность специальным образом организованных методов и средств сбора, обработки, хранения, представления, передачи и защиты информации и знаний. Главным элементом ИТ является электронно-вычислительная машина.

В таблице 1 представлен вариант этапов развития информационных технологий по виду основного инструментария.

Таблица 1

Этапы развития ИТ

№№	Информационные технологии	Инструментарий	Период
1.	Ручные	перо, чернильница, книги, голос, почта	со второй половины 19 века
2.	Механические	пишущая машинка, телефон, диктофон, почта	с конца 19 века
3.	Электрические	большие ЭВМ, электрическая пишущая машинка, ксерокс …	40-е – 60-е годы 20 века
4.	Электронные	большие ЭВМ, ВЦКП, АСУ, …	с начала 70-х годов 20 века
5.	Компьютерные («персональные»)	ПЭВМ …	с середины 80-х годов 20 века
6.	Сетевые	локальные сети, Интернет	с начала 90-х годов 20 века
7.	Суперкомпьютерные		с начала 21 века

Сегодня бесспорным является утверждение о том, что развитие ИТ - необходимое условие формирования любой формы постиндустриального общества (включая информационное общество) и соответствующей экономики, в том числе инновационной.

ИТ проникает во все сферы жизни общества, включая экономику, и играет роль катализатора развития. Существующий опыт указывает на прямую связь между уровнем развития и внедрения ИТ и ускорением роста экономики.

В инновационной (новой) экономике ИТ выступает в двух ипостасях. Во-первых, ИТ являются объектом инновационной деятельности, формируют самостоятельную отрасль (сферу) науки и экономики - информационную отрасль.

Во-вторых, ИТ выступает как базовая система обеспечения (поддержки) успешной инновационной деятельности, формирования и развития инновационной экономики.

Возможный вариант схемы информационной отрасли инновационной экономики (представлена на рис.3 [2,3,9]).

Рисунок 3. Структура информационной отрасли экономики.

Отрасль включает в себя два сектора: первичный и вторичный. Первичный сектор объединяет структуры, связанные непосредственно с разработкой и производством аппаратных и программных средств ИКТ, новых технологий, производством новой информации и знаний, а также с оказанием информационных услуг. В этом секторе информационная деятельность является главенствующей

формой деятельности. Основным продуктом сектора являются информация и знания, информационные средства, системы и технологии, информационные услуги.

Вторичный сектор информационной отрасли входит в состав других структур экономики, связанных с материальным производством и производством энергии. Информационная деятельность и ИКТ в этом секторе направлены на повышение эффективности и производительности отраслей материально-энергетического производства, то есть информационные товары и услуги, производимые в первичном и вторичном секторах, потребляются внутри вторичного сектора.

Формирование информационной отрасли экономики в мире идет бурными темпами. Эта отрасль задает в последние годы более высокие показатели роста по сравнению с другими (традиционными) отраслями - более чем в 2 раза. Мировой рынок информационного телекоммуникационного оборудования и услуг в последние годы являлся самым динамичным и растущим. Инновационная продукция, значительную часть которой составляют информационные продукты и услуги, в ВВП развитых стран занимает 20-30%. Растут инвестиции в знания (расходы на НИОКР, высшее образование и разработка программного обеспечения) и ИКТ. Так в 2013 году суммарные мировые инвестиции в развитие ИТ могут составить 3,7 трлн.рублей.

Представляется, что информационная отрасль, являясь одной из самых наукоемких и динамично развивающихся, инновационной по своей сути, составляет важнейшую часть инновационной экономики в целом.

Велика роль ИТ в обеспечении инновационной деятельности. ИКТ-инфраструктура по существу формирует технологическую основу инновационной экономики, национальных и региональных инновационных центров.

Возможности по ИТ-обеспечению инновационной деятельности весьма многообразны. Перечислим некоторые из них:

1. ИТ позволяют сформировать единое информационное пространство инновационной экономики (ЕИПИЭ), под которым будем понимать совокупность баз и банков данных и знаний, технологий их ведения и использования, ИКТ-инфраструктуру, функционирующих на основе единых принципов и по общим правилам, обеспечивающим информационные взаимодействия организаций, граждан и государства. В рамках ЕИПИЭ могут быть созданы распределенные системы баз и банков данных и знаний инновационных идей, проектов, коллективов, организаций, нормативно-правовых документов и так далее.

2. ИТ превращается в эффективный инструмент обмена и передачи информации и знаний. Ликвидируется проблема «информационной ущербности глубинки». Появляются широкие потенциальные возможности доступа населения к знаниям и образованию и в результате формируются условия его широкого вовлечения в инновационную деятельность. Создаются условия для ликвидации в глобальном масштабе проблемы «информационной ущербности глубинки».

3. Развитие ИТ и «капитал, вложенный в информационные технологии, особо тесно связаны с неосязаемыми активами, такими как вложение в разработку нового программного обеспечения, увеличения баз данных, обеспечение новых бизнес-процессов, наем все более квалифицированного персонала и проведение крупных организационных преобразований, которые не отражаются в балансе фирмы. В связи с этим на каждый доллар, вложенный в информационные технологии, фирма получает дополнительно 9 долларов неосязаемых активов» [10]. Таким образом, внедрение ИТ и накопление отмеченного выше нематериального фонда (интеллектуального, «невидимого» капитала) фирмы находятся в прямой зависимости.

4. ИТ расширяет творческое оперативное взаимодействие субъектов инновационной деятельности: ученых, разработчиков технологий, продукции и услуг, поставщиков и конечных пользователей. Это взаимодействие может осуществляться непрерывно и независимо от временных и географических размещений партнеров.

5. ИТ носят всепроникающий характер: они могут способствовать росту эффективности практически всего жизненного цикла деятельности компании – от маркетинга и дизайна до сбыта товаров и услуг. Это относится ко всем сферам экономики.

6. ИТ делают экономику более прозрачной и способствуют более справедливому распределению материальных и духовных благ в обществе. Об этом свидетельствуют, в частности, результаты исследований, изложенные в работе [11]. Авторами этой работы была исследована проблема связи ИТ и прозрачности экономики методом корреляционного анализа. Для характеристики прозрачности CLEAR использовались показатели коррупции (corruption), состояния законодательства (law), национальной экономической политики (economy politics), состояния бухгалтерского учета (account) и нормативного регулирования (regulation). ИТ характеризовались двумя широко применяемыми показателями: число персональных компьютеров на 100 человек и количество пользователей Интернет на 10000 человек. Результаты исследований свидетельствуют о том, что между показателями ИКТ и прозрачности экономики существует прямая зависимость - увеличение первых из них ведет к повышению вторых и наоборот. ИТ «неподкупны» и не требуют «откатов».

7. ИТ позволяют сформировать в инновационной экономике новые сетевые формы производственной деятельности (бизнеса). Характерными примерами этого являются телеработа (или работа в сети) и виртуальные предприятия.

В телеработе отношения между работодателями и работниками строятся дистанционно, без существенных перемещений традиционных ресурсов (людских, материальных, энергетических) во времени и в пространстве. Перемещаются только информационные потоки. Дистанционные трудовые отношения могут иметь различные формы: телеработа на дому (homework), оффшорная телеработа, дистанционное обучение, дистанционное оказание медицинской помощи, электронная торговля и т.д.

Сегодня делаются попытки расширить термин телеработа до понятия интернет-экономики или сетевой экономики (networked economy) [12, 13].

Заметим, что организация телеработы помогает решить проблему повышения трудовой занятости населения. Имеется значительное число людей, которые хотели бы выполнить свою работу дома, вне офиса. Возможности ИКТ и телеработы позволяют привлечь к трудовой деятельности пенсионеров, пожилых людей и определенную часть инвалидов.

Виртуальное предприятие - это формируемая с помощью ИКТ кооперация юридически независимых организаций или частных лиц для производства изделий или услуг на основе достижения общей цели [14]. При таком кооперировании партнеры обычно жертвуют частью своих интересов и технологий и на внешнем рынке выступают в качестве единой хозяйственной единицы.

8. ИТ могут оказать существенное влияние на судьбу многих профессий. Так интернет-услуги уже сейчас способствуют сокращению числа различного рода посредников, брокеров, дилеров, агентов, работников консалтинговых фирм и т.д. Услуги, оказываемые этими работниками, можно будет получать прямо через Интернет. Уже в настоящее время находят широкое применение компьютерные агенты и мультиагентные технологии в различных областях экономики.

9. Под влиянием ИКТ в инновационной экономике происходит преимущественное развитие сферы услуг, в которой в свою очередь преобладают информационные услуги. Происходит серьезное перераспределение трудовых ресурсов: значительная часть трудоспособного населения (до 80% в перспективе) вовлекается в новую отрасль экономики - в указанную выше информационную отрасль. В связи с этим и появились такие понятия как общество услуг, экономика услуг. Последнее обстоятельство часто используется в качестве принципа для классификации стадий развития человечества и построения простейшей табличной модели общественного развития. Один из вариантов такой модели представлен в таблице 2.

10. ИТ оказывают серьезное влияние на формирование у многих западных компаний новой экономической стратегии - стратегии инновационного лидерства [10]. Эта стратегия существенно отличается от стратегии конкурентной борьбы. Она не связана с поиском последовательных улучшений своих изделий по сравнению с конкурирующими, она направлена на создание абсолютно нового изделия, нового рынка, поиска новых покупателей, пусть даже ценой потери части старых.

11. ИТ – одна из важнейших движущих сил глобализации (в том числе глобализации экономики) – условие для быстрого и малозатратного трансграничного перемещения товаров, услуг, финансовых потоков, технологий идей и т.д.

Таблица 2

Характеристики этапов развития человеческого общества

Этап развития общества	**Распределение трудовых ресурсов %**			**Базовый ресурс**	**Базовая технология**	**Базовый труд**
	Сельское хозяйство	Промышленность	Сфера услуг (информационная отрасль)			
Аграрный	80	15	5	Мускульная сила	Ремесло	Ручной
Индустриальный	5	80	15	Энергия	Машинная	Машинное производство
Постиндустриальный (информационный)	5	15	80	Информация (знания)	ИКТ	Информационный (интеллектуальный)

Начальный этап научной деятельности автора был связан с исследованиями в области теории и систем управления. В настоящее время автора интересует проблема влияния ИТ на развитие широкого класса систем управления: автоматического и автоматизированного, управления техническими, организационно-техническими, организационными объектами и т.д. Этой проблеме посвящен ряд работ с участием автора [например, 15,16]. В данном докладе перечислим лишь некоторые обобщенные результаты анализа воздействия ИТ на современные системы управления. Информационные технологии позволяют:

– более эффективно реализовать известные принципы и методы управления: оптимального, идентификационного, адаптивного, терминального, координатно-параметрического, с прогнозируемыми моделями, с переменной структурой и т.д.

– создать принципиально новые концепции и методы управления: интеллектуальное управление (нейроуправление, ситуационное управление, управление на основе правил и т.д.), информационное управление и т.д.

– повысить эффективность проектирования, разработки, создания современных систем управления, возможности управления жизненным циклом сложных управляющих систем и т.д.

– изменить облик, структуру и состав современных систем управления (распределенные СУ, сенсорные сети, базы знаний, беспроводные технологии, интеллектуальные роботы и т.д. и т.п.)

– изменить роль и место человека в системе управления, повысить возможность его эффективного общения с машиной, интеллектуализировать пространство обитания человека и т.д.

Все приведенные выше рассуждения о влиянии ИТ на развитие экономики носили в какой-то мере вербальный, почти эмоциональный характер. Сегодня начали появляться работы, в которых делаются попытки создания формальных (математических) моделей, связывающих информационные ресурсы и ИТ с экономикой [см., напривер 17-21]. Чаще всего для этого используется производственная функция (функция Кобба-Дугласа)

$$Z = \gamma \phi^{\alpha} L^{\beta},$$

где

Z – объем производства;

Ф – основные фонды (капитал);

L – людские ресурсы;

γ – технологический параметр;

α, β – соответствующие коэффициенты эластичности.

Предлагается несколько вариантов учета информационного фактора в этой модели. Рассмотрим некоторые из них.

1. Повышение качества трудовых ресурсов (их информированность) как признак перехода к информационному обществу. В модели Кобба-Дугласа это можно учесть через параметр L (или за счет увеличения коэффициента β, или путем увеличения фиктивной численности людских ресурсов L при неизменных реальных людских ресурсах).

2. Влияние научно-технического прогресса на эффективность производства можно учесть с помощью коэффициента γ.

3. В качестве сомножителя в модели Кобба-Дугласа предложено рассматривать приобретаемые (закупаемые) информационные ресурсы I [17]:

$$Z = \gamma \Phi^{\alpha} L^{\beta} I^{\eta},$$

где

η - коэффициент.

4. В трехсекторной модели экономики Ромера [18] учет информационного фактора предлагается произвести за счет введения в производственную функцию человеческого капитала:

$$Z = H_z^{\alpha} L^{\beta} \sum_{i-1}^{\infty} \chi_i^{1-\alpha-\beta}, \qquad (2)$$

где

H_z – человеческий капитал, L - затраты физического труда (фактическая численность людей),

$\sum_{i-1}^{\infty} \chi_i^{1-\alpha-\beta}$ – средства производства (основные фонды), α и β – технологические параметры.

Человеческий капитал в модели Ромера связан с образованием и приобретенным опытом. В этой модели выделены следующие секторы: исследовательский, технологический (производство средств производства), собственно производственный.

Какова ситуация с формированием информационного общества в России? Она весьма сложная. Формальное понимание проблемы у руководства страны существует. Имеется целый ряд руководящих документов и федеральных программ с соответствующим финансированием.

Это, в частности:

1. ФЦП «Электронная России (2002-2010 годы) (Постановление Правительства РФ от

28.01.2002 г. № 65*)*.

2. Концепция региональной информатизации *(*Распоряжение Правительства РФ от 17.07.2006 г. № 1024-р*).*

3. Стратегия развития информационного общества в РФ *(*Указ Президента РФ от 7.02.2008 г. ПР-212*).*

4. Концепция формирования в РФ электронного правительства до 2010 года (Распоряжение Правительства РФ от 6.05.2008 г. № 632-р*).*

5. Государственная программа «Информационное общество 2011-2020 гг.» (Распоряжение Правительства РФ от 20.10.2010 г. № 1815-р) и др.

В 2008 году при Президенте РФ создан Совет по развитию информационного общества.

По существу проблемы информатизации и формирования информационного общества обсуждаются в стране, начиная с конца 80-х годов прошлого столетия, когда в 1989 г. еще в СССР была разработана и принята «Концепция информатизации советского общества». Но, к сожалению, за прошедшую четверть века движение к информационному обществу в России осуществлялось недопустимо низкими темпами. Президент РФ на первом заседании Совета по развитию информационного общества 12.02.2009 г. отмечая, что «сегодня никакой прогресс и модернизация невозможны без информационных технологий», подверг резкой критике состояние дел в области формирования информационного общества и развития ИТ в России. Он констатировал, что по ключевым показателям «в соответствующих международных рейтингах Россия занимает «... даже не 20-30-е, а 70-80-е места».

Ключевыми показателями, о которых говорил Медведев Д.А., являются индикаторы развития информационного общества. К настоящему времени предложено значительное число различных индикаторов. В международной практике наиболее употребительными являются индикаторы технологической оснащенности, прозрачности коммуникаций и состояния информационного общества [7].

В структуре индекса состояния информационного общества в общей сложности учитываются более двадцати переменных, которые разбиты на четыре группы: компьютерная инфраструктура, информационная инфраструктура, Интернет-инфраструктура и социальная инфраструктура.

Причины отставания России в области информатизации и развития информационного общества, инновационной экономики и ее информационной отрасли составляют предмет отдельного серьезного обсуждения. Хотя некоторые негативные факторы, тормозящие широкое внедрение ИКТ, хорошо известны. Это, в частности, сохраняющийся приоритет развития сырьевого и финансового секторов экономики, деиндустриализация и деформирование структуры экономики в девяностых и нулевых годах, низкая востребованность результатов научных исследований в стране, реальная недооценка роли науки в развитии инновационной экономики, значительная недооценка человеческого капитала, невысокая информационная и управленческая культура части государственных чиновников, не отвечающий современным требованиям уровень развития компьютерной и коммуникационной (Интернет) инфраструктуры, несовершенство налоговой системы и нормативно-правовой базы в области ИКТ, недостаточное инвестирование отрасли ИКТ, географическая неравномерность развития ИКТ (цифровое неравенство), низкая востребованность результатов научных исследований (в том числе в области информатики и ИКТ) отечественных ученых в России, высокий уровень зависимости отечественного рынка от зарубежной ИКТ-продукции, низкая эффективность реализации ФЦП «Электронная Россия (2002-2010 годы)» и т.д.

Переход к новой экономике необратимо влечет за собой изменение степени и масштаба государственного регулирования, эволюции его форм и методов. Важную роль начинает играть система научно-технических приоритетов, при выборе которых исходной базой должны быть технологические потребности, удовлетворение которых может способствовать оживлению экономики.

Информационно-коммуникационные системы (ИКС) и ИТ всегда входили в состав Приоритетных направлений развития науки, технологий и техники в РФ и в Перечень критических технологий РФ. Приоритетное направление развития науки, технологий и техники РФ - это тематическое направление научно-технологического развития межотраслевого (междисциплинарного) значения, способное внести наибольший вклад в обеспечение безопасности страны, ускорение экономического роста, повышение конкурентоспособности страны за счет развития технологической базы экономики и наукоемких производств. Критическая технология РФ - комплекс межотраслевых (междисциплинарных) технологических решений, позволяющих наиболее эффективно реализовать приоритетное направление.

В свое время вызвало удивление и беспокойство то, что в проектах Приоритетных направлений и Перечня критических технологий, подготовленных экспертами Минобрнауки и высланных 02.04.2009 г. в федеральные органы исполнительной власти и организации, отсутствовали ИКС и ИТ. Аргументация исключения ИКС и ИКТ, приведенная в Обосновании предложений по корректировке Приоритетных направлений и Перечня критических технологий была следующей: «Россия в целом значительно отстает от развитых стран по уровню научных исследований в области ИКТ». Поэтому «предлагается указанное направление исключить». Представляется, что такой подход является

весьма голословным, недальновидным и опасным для дальнейшего развития страны и обеспечения ее безопасности. Если Россия не будет развивать отечественные ИКС и ИТ, то возможны два следующих направления ее движения к информационному обществу:

1. Страна так и останется в преддверии (у порога) информационного общества;
2. Информационное общество в России будет формироваться на базе зарубежных ИКС и ИТ, в результате чего страна окажется в технологической и экономической зависимости от Запада, станет полностью беззащитной и управляемой извне.

Отмеченные выше факторы свидетельствуют о том, что для успешного продвижения в информационное общество стране нужна реальная конструктивная государственная политика в области информатизации и развития ИКТ, политика, которая позволила бы активнее развивать и использовать отечественные ИТ в интересах социально-экономического развития страны и обеспечения ее безопасности. Представляется, что руководство страны глубоко понимает эту проблему и предпринимает конкретные шаги по ее решению.

В заключение отметим, что, конечно, нельзя слишком абсолютизировать ИТ, нельзя совсем умалять роль других технологий и других отраслей экономики: энергетической, добывающей, машиностроительной, аграрной и т.д. Эти отрасли нужны, они обеспечивают материальную среду существования человека, а ИТ являются своего рода катализатором развития этих отраслей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Toffler A. The Third Wave. N.-Y.: Bantam Books, 1980.
2. Юсупов Р.М., Заболотский В. П. Научно-методологические основы информатизации СПб.: Наука, 2000 г.
3. Юсупов Р.М., Заболотский В.П., Арефьева И.В. Информационные технологии и экономика // Гуманитарные науки, №1(20), 2001.
4. Макаров В.Л. Экономика знаний: уроки для России //Вестник РАН, том 73, №5, 2005.
5. Вершинская О.Н. Информационно-коммуникационные технологии и общество. -М.:Наука2007г.
6. Теория и практика экономики и социологии знания. Под общей редакцией Г.В. Осипова. М.: Наука, 2007 г.
7. Совершенствование государственного управления на основе его реорганизации и информатизации. Мировой опыт. М.:Экотрендз, 2002.
8. Махлуп Ф. Производство и распространение знаний в США. И.: Прогресс, 1966.
9. Pogat V. The Information Economy: Definition and Management. Wash. Government Print Office, 1977.
10. Антипина О.Н. Настоящее богатство новой экономики. // США. Канада. Экономика-Политика-Культура, № 12, 2008.
11. Sgurev V., Yusupov R., Kojnov S. Information-Communication Technologies and Opasity of Economics //Problems of Engineering Cybernetics and Robotics. Volume 54. Sofia, 2004.
12. Матюшок В.М. Сетевая экономика и глобализация экономической деятельности. // Информационное общество, №6, 1999.
13. Юсупов Р.М. Наука и национальная безопасность. - СПб.:Наука, 2006.
14. Проблемы инновационной экономики и инфокоммуникационных технологий. / Под редакцией Т.К.Сиразетдинова. - Москва-Казань. Академия Наука риска, 2005.
15. Соколов Б.В., Цивирко Е.Г. Юсупов Р.М. Анализ влияния информатики и информационных технологий на развитие теории и систем управления сложными объектами // Труды СПИИРАН, Вып.11, СПб.: Наука, 2009.
16. Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Анализ влияния информационных технологий на эффективность систем управления. 12-14 октября 2010 г., СПб., 2010.
17. Hayers R.M. Information and Productivity // IRCIHE Bull. 1980.6(1-2). P.21-35.
18. Romer R.M. Endogenous Technological Change // J. jf Political Economy. 1990. Vol.98, N5.
19. Моисеев А.Н. Построение оптимальных траекторий управляемых процессов в экономических задачах / А.Н.Моисеев // Диссертация на соискание ученой степени к.ф.-м.н. – Саратов, 2004.
20. Юсупов Р.М., Бакурадзе Д.В. Об одном типе моделей экономического развития информационного общества // Вопросы прикладной информатики. СПб., 1993.
21. Юсупов Р.М. Об информационных моделях развития науки. СПб.: Изд.СПИИРАН, 1994.

Советов Б.Я., Касаткин В.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО ИНФОРМАТИЗАЦИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

Научный совет по информатизации Санкт-Петербурга, созданный на основании Постановления Правительства Санкт-Петербурга от 12.07.1993 № 529-р, осуществляет деятельность в целях координации работ органов государственной власти Санкт-Петербурга, а также учреждений, предприятий и организаций по формированию и реализации информационной политики, направленной на развитие информационного общества и ускорение социально-экономического развития Санкт-Петербурга, разработке и реализации концепций, программ и приоритетных проектов информатизации Санкт-Петербурга, развитию информационной сферы Санкт-Петербурга на базе создания и внедрения информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) и региональных информационных систем различного назначения.

Главной стратегической целью Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга является содействие обеспечению развития информационного общества в Санкт-Петербурге, вхождения региона в единое мировое информационное сообщество, построения информационного правительства, формирования информационной среды, воспитания информационной культуры, создание условий для повышения качества жизни и эффективности труда жителей города. Основой

достижения данной цели является формирование единого информационного пространства Санкт-Петербурга как базы для решения задач устойчивого социально-экономического, политического и культурного развития и обеспечения безопасности города.

Принципы формирования состава и организации деятельности Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга как некоммерческого коллегиального экспертного консультативного органа при Губернаторе Санкт-Петербурга базируются на объединении усилий и координации взаимодействия органов государственной власти и управления Санкт-Петербурга и научной общественности, интеграции науки, образования и промышленности города, развитии и совершенствовании системы межведомственного взаимодействия, тесном взаимодействии с Комитетом по информатизации и связи и другими профильными комитетами. В состав Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга входят представители органов государственной власти, известные ученые, руководители и ведущие специалисты академических научных учреждений, университетов Санкт-Петербурга, государственных, общественных и коммерческих предприятий и организаций города, специализирующихся в области создания и использования ИКТ, средств информатизации и связи.

Деятельность Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга осуществляется на основании Положения, утвержденного Губернатором Санкт-Петербурга, в соответствии с законодательными актами и постановлениями Правительства Санкт-Петербурга в тесной координации с Комитетом по информатизации и связи по следующим направлениям:

- совершенствование нормативно-правового обеспечения информатизации;
- формирование современной информационной и телекоммуникационной инфраструктуры, развитие электронного правительства, предоставление качественных электронные услуги населению и бизнесу, обеспечение высокого уровня доступности для населения информации и технологий;
- информационное обеспечение экономической реформы, информатизация социальной сферы и производства (по отраслям);
- развитие и внедрение новых ИКТ, стандартизация технических и программных средств, обеспечение информационной безопасности;
- расширение межведомственного электронного взаимодействия;
- опережающее развитие образования при переходе в информационное общество, на основе интеграции образования, науки и промышленности и внедрения электронных образовательных технологий, подготовка и переподготовка кадров в сфере ИКТ.

К основным задачам, решаемыми которых Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга являются:

- участие в формировании информационной политики Санкт-Петербурга, направленной на развитие информационного общества в Санкт-Петербурге, повышение уровня и качества жизни граждан, повышение эффективности функционирования системы государственного управления и системы местного самоуправления в Санкт-Петербурге, ускорение социально-экономического развития Санкт-Петербурга;
- формирование региональных и городских научно-технических программ в сфере информатизации на основе анализа состояния и перспектив развития информатизации, предложений по развитию и внедрению ИКТ, имеющихся ресурсов и степени удовлетворения информационных потребностей органов власти и управления, предприятий и населения;
- проведение научной экспертизы, обсуждение и согласование приоритетных региональных и отраслевых проектов в сфере информатизации;
- выработка научно-обоснованных рекомендаций по внедрению средств информационно-вычислительной техники, ИКТ в городское хозяйство и социальную сферу, формирования единой политики территориальных органов власти и муниципального управления в области выбора, создания и использования ИКТ;
- проведение общественных обсуждений и обмен передовым опытом с целью выработки научно-обоснованных рекомендаций по формированию и реализации единой информационной политики Санкт-Петербурга и других регионов в рамках международных конференций по проблемам развития региональной информатики, обеспечения информационной безопасности регионов России, подготовки кадров в сфере ИКТ и другим актуальным проблемам развития информационного общества.

В структуру Научного совета входят президиум, тематические экспертные комиссии (для проведения независимой экспертизы программ, планов мероприятий, технических заданий и проектов в сфере информационных технологий, защиты информации, связи и развития информационного общества), совет главных ИТ-конструкторов и рабочие группы, координирующие деятельность по следующим тематическим направлениям: идеология развития инфокоммуникационных технологий, систем и сетей; управление и администрирование в инфокоммуникационных системах и сетях; инфраструктура информационного общества (развитие телекоммуникаций, межведомственное взаимодействие, внедрение универсальных электронных карт, информационная безопасность и др.);

системы предоставления государственных услуг в электронном виде (портал государственных и муниципальных услуг Санкт-Петербурга, многофункциональные центры предоставления государственных услуг населению и др.); информационные системы поддержки принятия решений; производство и внедрение аппаратных средств вычислительной техники; производство и внедрение аппаратных средств сетей и систем связи, передачи данных (разработка, внедрение, эксплуатация); производство программного обеспечения (разработка, внедрение, модернизация, сопровождение); обеспечение безопасности жизнедеятельности; информационно-технологическая платформа открытого правительства (открытый город, открытый регион); подготовка и переподготовка разработчиков информационных систем и технологий для нужд государственного управления и промышленности; редакционная комиссия (нормативно-правовое обеспечение, редакционно-издательская, конгрессная, международная деятельность).

Неоднократно результаты работы Научного совета находили отражение в концепциях и программах Санкт-Петербурга в сфере информатизации, (таких как Концепция и Программа информатизации Санкт-Петербурга, Стратегия и Программа развития информационного общества в Санкт-Петербурге и План мероприятий по ее реализации, Программа информатизации системы образования Санкт-Петербурга и др.), а также выносились на заседания Правительства Санкт-Петербурга (об информационно-технологической поддержке мероприятий административной реформы в Санкт-Петербурге и совершенствовании информационного взаимодействия Комитетов Санкт-Петербурга; о выполнении Программы развития информационного общества в Санкт-Петербурге и плана ее реализации; о государственных электронных услугах, предоставляемых многофункциональными центрами населению Санкт-Петербурга; об услугах, предоставляемых мультисервисной сетью кабельного телевидения; о Программе информатизации системы образования Санкт-Петербурга; о проведении конкурса инновационных проектов на премию Правительства Санкт-Петербурга и др.).

На современном этапе нормативно-правовую основу деятельности Научного совета составляют: Стратегия развития информационного общества в РФ, утвержденная Президентом РФ 07.02.2008, № Пр-212; Государственная программа РФ «Информационное общество (2011-2020 годы)», утвержденная распоряжением Правительства РФ от 20.10.2010 № 1815-р; Постановление Правительства Санкт-Петербурга от 27.07.2010 № 932 «О Плане мероприятий по развитию информационного общества и формированию электронного правительства в Санкт-Петербурге на 2010-2012 годы»; Проект Концепции долгосрочной целевой программы «Развитие информационного общества в Санкт-Петербурге (2013-2016 годы)» и др.

Важнейшими целями формирования и развития информационного общества в Санкт-Петербурге являются: повышение качества жизни жителей, обеспечение конкурентоспособности Санкт-Петербурга, развитие экономической, социально-политической, культурной и духовной сфер жизни общества, совершенствование системы государственного управления на основе использования информационных и телекоммуникационных технологий.

Научный совет участвует в решении приоритетных задач Плана мероприятий по реализации Программы развития информационного общества в Санкт-Петербурге, в числе которых:

- развитие электронного правительства в Санкт-Петербурге;
- обеспечение информационно-технологической поддержки мероприятий административной реформы в Санкт-Петербурге и совершенствование информационного взаимодействия Комитетов Санкт-Петербурга;
- расширение перечня государственных электронных услуг, предоставляемых многофункциональными центрами населению Санкт-Петербурга;
- расширение услуг, предоставляемых мультисервисными сетями интегрального обслуживания, в частности, мультисервисной сетью кабельного телевидения;
- переход на цифровое телевизионное вещание в Санкт-Петербурге в соответствии с Федеральной целевой программой «Развитие телерадиовещания в Российской Федерации на 2009-2015 годы»;
- организационное и техническое обеспечение защиты информации в информационных системах персональных данных;
- информатизация начального, среднего и высшего профессионального образования, развитие программ дополнительного образования.

Научный совет с 1992 г. участвовал в становлении и развитии в Санкт-Петербурге проводимой на регулярной основе Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика» (1992-2012), впоследствии дополненной тематическими направлениями Санкт-Петербургской межрегиональной конференции «Информационная безопасность регионов России» (1999-2011), превратившейся в целостную систему взаимосвязанных мероприятий, уникальную научную школу по формированию стратегии развития информационного общества, ведущую экспериментальную площадку по формированию и реализации единой информационной политики и обмену передовым опытом в области информатизации важнейших отраслей экономики и

социальной сферы на основе интеграции науки, образования и промышленности, координации усилий представителей органов государственной власти, руководителей предприятий, ученых, преподавателей, специалистов-практиков по развитию информационного общества, ставшей действенной формой апробации и распространения научных знаний и передового опыта в сфере информатизации и развития информационного общества в Санкт-Петербурге и других регионах. Результатом этого важного направления деятельности Научно совета является выработка научно-обоснованных рекомендаций по формированию и реализации информационной политики, разработке приоритетных направлений, концепций, программ и наиболее значимых проектов информатизации Санкт-Петербурга и других регионов России, направленных на повышение эффективности и безопасности использования ИКТ и ускорение социально-экономического развития регионов.

В числе первоочередных задач по реализации важнейших направлений деятельности Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга следует выделить: совершенствование межведомственного информационного взаимодействия Комитетов Санкт-Петербурга, дальнейшее расширение перечня государственных электронных услуг, предоставляемых населению Санкт-Петербурга и расширение сети многофункциональных центров, реализации мер по обеспечению выполнения Федерального закона от 27.07.2006 № 152-ФЗ «О персональных данных», решение социальных и технических задач внедрения цифрового телевизионного вещания в Санкт-Петербурге, информатизация системы профессиональной подготовки и переподготовки кадров (в целях решения социальных проблем, повышения качества профессионального образования, освоения новых профессий и обеспечения трудоустройства граждан), проведение общественных обсуждений и обмена передовым опытом, в т.ч. в рамках Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика».

Перспективными направлениями взаимодействия Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга и Комитета по информатизации и связи являются:

- разработка идеологии и содействие обеспечению развития информационного общества Санкт-Петербурга;
- координация деятельности по разработке, экспертизе и реализации планов, программ и перспективных проектов по развитию информационного общества;
- создание регионального центра обработки данных;
- обеспечение подготовки проектов законодательных и нормативных правовых актов по вопросам информатизации города на основе взаимодействия с органами федеральной власти, негосударственными структурами и общественными организациями;
- координация работ по развитию межрегиональных и городских информационных систем и сетей, обеспечению их взаимодействия в едином информационном пространстве, участию города в процессах создания и использования глобальных информационных систем и сетей;
- организация независимой экспертизы программ, технических предложений, заданий и проектов по развитию информационного общества;
- участие в координации и экспертизе работ по формированию и классификации информационных ресурсов, созданию программных средств для государственных информационных систем;
- подготовка и внесение в установленном порядке предложений по финансированию работ в сфере информатизации и связи, в т.ч. на основе привлечения инвестиций и средств бюджета города и предложений по лицензированию отдельных видов деятельности в сфере информатизации и связи;
- участие в разработке, экспертизе и проведении мероприятий по обеспечению информационной безопасности;
- осуществление представительства города в российских и международных организациях и программах в области информатики и ИКТ;
- организация международных конференций и выставок в области ИКТ, участие в проведении и экспертизе конкурсов проектов концепций и программ информатизации.

На современном витке развития ИКТ, знаменующем завершение этапа информатизации в постиндустриальном обществе и отмеченным многочисленными достижениями Санкт-Петербурга в области развития и внедрения ИКТ в различных сферах обеспечения жизнедеятельности и социально-экономического развития, в т.ч. в управление городом и оказание услуг населению, созданы предпосылки и условия для перехода к этапу устойчивого поступательного развития информационного общества, что обуславливает усиление роли Научного совета и повышение его статуса, фактически определяя его миссию как некоммерческого научного общественно-государственного совета по информатизации Санкт-Петербурга и развитию информационного общества.

Сохраняются принципы формирования состава и осуществления деятельности Научного совета как коллегиального экспертного консультативного органа при Губернаторе Санкт-Петербурга на основе координации взаимодействия органов государственной власти и управления Санкт-Петербурга и научной общественности, интеграции науки, образования и промышленности города, совершенствования и развития системы межведомственного взаимодействия. Решения Научного

совета носят рекомендательный характер, а экспертные заключения, предложения и рекомендации Научного совета используются при подготовке важных решений исполнительными органами государственной власти Санкт-Петербурга.

Стратегическим направлением деятельности Научного совета является разработка идеологии и содействие обеспечению развития информационного общества Санкт-Петербурга, формирования современной информационной и телекоммуникационной инфраструктуры города, развития электронного правительства, предоставления качественных государственных услуг и удовлетворения информационных потребностей населения, повышения эффективности функционирования систем государственного управления и местного самоуправления в Санкт-Петербурге, ускорения социально-экономического развития, повышения качества жизни и эффективности труда жителей города.

Перспективы дальнейшего развития сферы деятельности Научного совета связаны с сохранением лидирующей роли Санкт-Петербурга в решении приоритетных задач вхождения региона в мировое информационное пространство, обеспечением конкурентоспособности продукции и услуг в сфере ИКТ, формированием новой информационной среды, развитием цифрового контента и сохранением культурного наследия, опережающим развитием образования при переходе в информационное общество, воспитанием информационной культуры, созданием условий для повышения качества жизни и развития социально-экономической и духовной сфер жизни граждан.

Вус М.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ И УКРЕПЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

В текущем году исполняется 20 лет подписания Договора о коллективной безопасности, на основе которого десятилетие назад была создана международная Организация (ОДКБ). Возникшая в целях обеспечения военно-политической безопасности, ОДКБ превратилась сегодня в полноформатную многофункциональную региональную структуру противодействия традиционным и новым вызовам и угрозам миру и стабильности. Диапазон таких вызовов в последнее время не только не сужается, а, напротив, расширяется. Исходя из этого, Президент Российской Федерации В.В. Путин особо подчеркнул, что «совместно с нашими союзниками мы должны укреплять возможности Организации Договора о коллективной безопасности».

Политическое, военно-техническое и информационное сотрудничество. Концепция коллективной безопасности государств – участников Договора о коллективной безопасности представляет собой совокупность взглядов этих государств на предотвращение и устранение угрозы миру, совместную защиту от агрессии, обеспечение их суверенитета и территориальной целостности. Эта Концепция закрепляет приверженность государств – участников Договора целям предотвращения войн и вооруженных конфликтов, устранения их из системы международных отношений, создания условий для всестороннего развития личности, обществ и государств на базе идеалов гуманизма, демократии и всеобщей безопасности. В качестве источников военной опасности в названной Концепции указаны попытки вмешательства извне во внутренние дела государств, попытки дестабилизации их внутриполитической обстановки, международный терроризм, политика шантажа. Сегодня подобные угрозы во многом реализуются через информационную сферу.

Глобальное информационное пространство XXI века характеризуется активным использованием различными деструктивными силами методов информационного противоборства и терроризма при их ориентации на цели дестабилизации социально-политической ситуации в государствах – членах ОДКБ. Стремительное развитие информационных технологий и Интернета привело к появлению новых возможностей их эффективного применения в целях, противоречащих принципам отказа от применения силы. Информационная среда в настоящее время стала средой, где совершаются преступления, где проводятся антигосударственные или антиконституционные действия, средой, где вербуются члены экстремистских террористических организаций и др. Вследствие вышесказанного вопросы информационной деятельности в сфере безопасности выдвигаются на первый план.

Программа совместных действий государств – членов ОДКБ по формированию системы информационной безопасности была принята в 2008 году; два года спустя было утверждено Положение о сотрудничестве государств – членов ОДКБ в сфере обеспечения информационной безопасности. Первым опытом скоординированной борьбы с киберпреступностью в масштабах ОДКБ явилась операция «ПРОКСИ» (противодействие криминалу в информационной сфере). Как сообщалось в печати, при её проведении в результате совместных действий в национальных сегментах интернет-пространства были выявлены тысячи ресурсов, использовавшихся для распространения информации, наносящей политический ущерб государственным и союзническим интересам. Во время известных событий в Киргизии в 2010 г., например, было выявлено немалое число сайтов, которые занимались разжиганием межнациональной вражды. К таким ресурсам были применены меры законодательного характера.

В 2011 году Советом коллективной безопасности были приняты План первоочередных мероприятий по формированию основ скоординированной информационной политики в интересах государств – членов ОДКБ и Перечень мероприятий, направленных на формирование системы обеспечения информационной безопасности в интересах ОДКБ. Центр современных информационных технологий, который занимается подготовкой кадров, был создан в МГУ. В том же году был подписан Протокол о размещении объектов военной инфраструктуры на территориях государств – членов ОДКБ, согласно которому такое решение может быть принято только по согласованию и при отсутствии официальных возражений со стороны других государств – членов ОДКБ.

В функции ОДКБ, кроме конкретных мероприятий, связанных с обеспечением безопасности государств, вменены и задачи по анализу обстановки, рисков и угроз, с которыми сталкиваются государства, и выработка превентивных мер, которые бы не позволяли обостряться этим вызовам. Совет коллективной безопасности ОДКБ утвердил основные направления развития военной составляющей ОДКБ до 2020 года, предусматривающие, в частности, развитие единого информационно-программного пространства Организации для ведения регулярного обмена информацией и совместного мониторинга пространства ОДКБ.

В декабре 2012 года главы государств – членов ОДКБ приняли Заявление, в котором говорится: «Считаем необходимым наращивать усилия по повышению эффективности системы коллективной безопасности Организации с учетом складывающейся международной обстановки, которая характеризуется сохранением конфликтного потенциала и попытками обхода норм международного права, что негативно влияет на безопасность и стабильность в регионе и мире в целом».

В текущем году при Секретариате ОДКБ создана новая информационно-аналитическая структура — Аналитическая ассоциация «для разработки мероприятий и стратегии скоординированной информационной политики в интересах государств – членов организации, информационно-аналитической поддержки решений глав государств – членов ОДКБ, налаживания деловых контактов, обмена информацией, проведения экспертного и ситуационного анализа». (От России в нее вошли ВЦИОМ, РИСИ, и ряд других институтов).

Актуальность задачи совершенствования и гармонизации законодательства. Скоординированная информационная политика государств – членов ОДКБ — важное приоритетное направление противодействия современным вызовам и угрозам, обеспечения совместных усилий по созданию системы коллективной безопасности. В качестве одного из основных направлений создания системы коллективной безопасности государства – члены ОДКБ рассматривают сближение основных положений законодательных актов в области обороны и безопасности. Сегодня в условиях стремительно развивающейся информационной среды это требует также совершенствования правового регулирования информационной сферы, в частности, в вопросах предотвращения использования Интернета в противоправных целях.

Программой деятельности Парламентской Ассамблеи Организации Договора о коллективной безопасности (ПА ОДКБ) по сближению и гармонизации национального законодательства государств – членов ОДКБ на 2011–2015 гг., утвержденной Постановлением ПА ОДКБ от 17.05.2012 г., предусмотрена разработка Рекомендации по сближению и гармонизации национального законодательства государств – членов ОДКБ в сфере обеспечения информационной безопасности.

Названная Программа предусматривает:

– проведение анализа национального законодательства государств – членов ОДКБ в сфере информационной безопасности, подготовку предложений по его совершенствованию, включая разработку моделей соответствующих проектов нормативных правовых документов и согласование единого понятийного аппарата;

– совершенствование законодательства в интересах решения практических вопросов борьбы с преступлениями в сфере информационных технологий. Обмен опытом правоприменения в области обеспечения информационной безопасности.

Интересы сотрудничества требуют обеспечения совместимости национальных векторов информационного развития и приоритетных направлений обеспечения информационной безопасности. Расширение договорно-правовой базы сотрудничества, обновление стратегий и концепций по национальной безопасности в государствах – членах ОДКБ ставит новые задачи для их правовых систем, делает актуальным работу по совершенствованию и гармонизации национального законодательства.

Определенные сложности решаемых задач связаны, в частности, с тем, что национальные законодательства в области обеспечения информационной безопасности достаточно многогранны и обширны. Поскольку все государства – члены ОДКБ являются одновременно и участниками Содружества Независимых Государств (СНГ), необходимо учитывать сформировавшееся на протяжении двух десятилетий модельное законодательство Межпарламентской Ассамблеи СНГ. Это модельное законодательство создавалось в целях сохранения традиционной близости отдельных черт и понятийной основы законодательства ранее входивших в состав СССР государств, и в настоящее время насчитывает сотни документов, представляющих собой кодифицированные акты, законы и различного рода рекомендации.

Принципиальные подходы. Экспертно-консультативный совет при Совете ПА ОДКБ принял к рассмотрению вопрос о разработке проекта Рекомендаций по сближению и гармонизации национального законодательства государств – членов ОДКБ в сфере обеспечения информационно-коммуникационной безопасности. Подготовку проекта такого документа предложено осуществить совместно российским и белорусским специалистам. В кооперации принимают участие Институт информатики и автоматизации и Институт государства и права Российской академии наук, а также Институт национальной безопасности и Академия МВД Республики Беларусь.

Рекомендации по сближению и гармонизации национального законодательства для государств – членов ОДКБ в сфере обеспечения информационной безопасности должны быть направлены на установление общих подходов к правовому регулированию обеспечения информационной безопасности, укреплению и сбалансированности национальных правовых систем в условиях информатизации общества, на развитие международного информационного обмена и стимулирование использования информационно-коммуникативных технологий в социальной и культурной сферах при обеспечении безопасности общественно-политической и социально-экономической систем, духовной, нравственной и культурной среды государств. При их разработке представляется принципиально важным выйти за рамки «традиционно технократического», коммуникационного подхода, при котором проблема информационной безопасности искусственно сужается до задач безопасности сетей и защиты информации.

В целях обеспечения информационной безопасности необходимо учитывать не только коммуникационные, но и коммуникативные процессы, которые связаны не столько с информацией, сколько с общественными нормами, психологическими и психическими аспектами, нравственностью человека, его опытом. В этом плане положительную роль должно сыграть то обстоятельство, что в действующих концептуальных документах ОДКБ само понятие информационная безопасность используется в следующей формулировке: «Информационная безопасность – состояние защищенности личности, общества и государства и их интересов от угроз, деструктивных и иных негативных воздействий в информационном пространстве» (тождественной тексту международного Соглашения о сотрудничестве в области обеспечения международной информационной безопасности, заключенного в 2009 году между правительствами государств – членов Шанхайской организации сотрудничества). В такой трактовке это базовое понятие охватывает наиболее актуальные и опасные сегодня угрозы социально-гуманитарного плана, в частности, угрозы распространения информации наносящей вред общественно-политической и социально-экономической системам, духовной, нравственной и культурной среде государства.

Важность гармонизации понятийного аппарата. Согласованная политика требует определенности и однозначности понятийного аппарата, а для эффективного взаимодействия и сотрудничества необходима разработка общей развитой системы терминов их определений, закрепление их в нормативных актах и общественном обращении, а также их правовое толкование в повседневной практике. В области юрисдикции государств – членов ОДКБ как во внутригосударственной сфере, так и в международном пространстве большую роль играет правильный выбор конкретных значений применяемых терминов и понятий, их точное толкование и применение в различных договорах, соглашениях и иных актах, прежде всего, в актах имеющих политическое, экономическое и юридическое значение.

За два десятилетия существования в Независимых Государствах на постсоветском пространстве разработано и принято большое число национальных нормативно-правовых актов, однако для большинства этих актов характерно терминологическое многообразие и слабая определенность используемого понятийного аппарата. Особо следует отметить слабую определенность понятийного аппарата в сфере информационной безопасности. Массив понятий и дефиниций, обслуживающих сферу информатики, начал формироваться сравнительно недавно. Исследователи указывают на отсутствие единой терминологической базы, обращая внимание на тот факт, что в различных правоустанавливающих документах (особенно в концепциях, программах и т.п.) зачастую используются термины и определения в их техническом, а не правовом значении.

Самостоятельную актуальную задачу, имеющую как теоретическое, так и прикладное значение, представляет разработка Глоссария по информационной безопасности для Организации Договора о коллективной безопасности. Этот вопрос также поднимался на Экспертно-консультативном совете Парламентской Ассамблеи ОДКБ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вус М.А. Об одном аспекте информационной безопасности в ОДКБ / Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2011). VII Санкт-Петербургская межрегиональная конференция. Санкт-Петербург, 26–28 октября 2011 г. Материалы конференции / СПОИСУ. – СПб. 2011. С.14–15.
2. Вус М.А. О терминологии в сфере информационной безопасности // Теоретические и прикладные проблемы информационной безопасности:. тезисы докладов Междунар. науч.-практ. конф. Минск, 21 июня 2012. // М-во внутр. дел Респ. Беларусь. Учреждение образования «Акад. М-ва внутр. дел Респ. Беларусь».Минск: Акад. МВД, 2012. С.16–19.
3. Вус М.А., Макаров О.С. Вопросы совершенствования и гармонизации законодательства государств – членов ОДКБ в сфере информационной безопасности // IS.CS. Материалы конференции «Информационная безопасность. Невский диалог-2012» Санкт-Петербург, 23–24.10.2012. / Sfitex.– СПб. 2012. С.4–7.

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ИНФОРМАТИЗАЦИИ. ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО

Антопольский А.Б., Савин Г.И., Сотников А.Н.
Россия, Москва, Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН

МЕЖАКАДЕМИЧЕСКАЯ КООРДИНАЦИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ «НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ РОССИИ»

24 марта 2010 г. состоялось примечательное событие в области развития научно-образовательных электронных ресурсов: президенты российских государственных академий наук (РАН, РАО, РАМН, РАСХН, РАХ) подписали Соглашение о сотрудничестве по созданию электронной библиотеки «Научное наследие России».

В Соглашении подчеркивается, что свободный доступ к научному наследию России для широких кругов пользователей в России и за рубежом важнейшей задачей и патриотическим долгом российских научных организаций, библиотек, архивов и музеев, что электронные библиотеки являются наиболее эффективной и перспективной информационной технологией и средством научной и культурной коммуникации;

Президенты рассматривают электронную библиотеку по российскому научному наследию как важное средство укрепления сотрудничества и взаимопонимания в мировом русскоязычном информационном пространстве, особенно в Интернете; и учитывают, что сотрудничество государственных академий является важной гарантией высокого качества электронной библиотеки, ее устойчивости и надежности;

Президенты надеются, что гуманитарные цели электронной библиотеки и ее открытый характер привлекут к участию в ее создании заинтересованных специалистов и организации в России и за рубежом.

В соглашении подчеркивается, что проект открыт для всех заинтересованных организаций, имеющих информационные ресурсы в области российского научного наследия и желающих участвовать в создании электронного информационного пространства в этой области.

Электронная библиотека «Научное наследие России» призвана интегрировать электронные информационные ресурсы библиотек, архивов и музеев, а также вузов, что придает библиотеке принципиально новаторский характер.

В соглашении содержатся конкретные поручения участникам программы на 2010 г. и на последующие годы.

Для управления работами сформированы органы коллективного управления рамочной программы, для участия в которых делегируются ответственные представители академий – участников программы.

Общая координация работ возложена на Межведомственный суперкомпьютерный центр Российской академии наук. В соглашении содержится рекомендация академиям–участникам программы предусмотреть работы по созданию электронной библиотеки «Научное наследие России» в планах научно-исследовательских работ на 2010 г.

К соглашению прилагается развернутая пояснительная записка, в которой определяются цели создания электронной библиотеки, принципы ее создания и функционирования. Текст соглашения и пояснительной записки доступен на сайте ЭБ http://www.e-heritage.ru/index.html

Следует отметить, что данный проект является первым в России государственным межведомственным проектом в области электронных библиотек. Это перспективно и почетно, и, безусловно отвечает стратегии развития информационного общества России, но сулит немалые трудности организационного, правового и финансового характера.

Морозов В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СРЕДЕ MS EXCEL

Несмотря на постоянное расширение набора средств, направленных на поддержку количественной оценки принимаемых решений, основная масса пользователей MS Excel по-прежнему применяет его исключительно для анализа исходной или полученной на основании элементарных расчётов информации.

Подобная ситуация обусловлена фрагментарностью технологии поддержки принятия решений, заложенной в пакет, а также неготовностью большинства предметных специалистов применять предлагаемый разработчиками математический аппарат.

Одним из путей решения проблемы является расширение возможностей MS Excel за счёт включения средств моделирования и поддержки принятия решений, созданных на основе методологии, разработанной в Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН) [1–3].

Ключевым моментом методологии автоматизации моделирования и поддержки принятия решений на основе алгоритмических сетей является соглашение о минимально допустимом уровне математической и программисткой подготовки конечного пользователя. В рассматриваемом случае считается, что пользователь должен владеть математическим аппаратом на уровне средней школы и иметь представление о работе с компьютером на уровне MS Office. Отсюда основные положения методологии:

– использование алгоритмического подхода, как парадигмы моделирования, наилучшим образом отражающей специфику процедурных предметных знаний пользователей;

– использование доступного пользователям языка представления знаний единого для всех этапов решения задачи, как гаранта понимания процесса достижения результата;

– использование прозрачных технологий, как средства нейтрализации проблемы некомпетентности пользователя в некоторых привлекаемых для решения задачи областях знаний. Под прозрачными технологиями здесь понимаются технологии, при которых проблемы некомпетентности пользователя в некоторой привлекаемой для решения задачи области знаний решаются за счёт однозначного отображения этих знаний в знания, в которых пользователь является экспертом;

– ориентация на привлечение знаний пользователя, в том числе плохо формализуемых, в процесс решения задачи, как средство повышения адекватности полученного результата реальной задаче;

– применение автоматизации программирования, как средства дающего возможность решения задач, не предусмотренных в первоначальной постановке [2,3].

На базе данной методологии в СПИИРАН создан ряд систем, обеспечивающих поддержку принятия решений в таких областях практической деятельности как экономика и экология (системы САПФИР/КОГНИТРОН), разработка программного обеспечения (системы САМПО+, АСС) [2].

Система, расширяющая возможности MS Excel в области автоматизации моделирования и поддержки принятия решений на основе алгоритмических сетей [4], получила название КОГНИТРОН+.

Входным языком системы является язык алгоритмических сетей (ЯАС) – графический язык, в котором события, описывающие моделируемый объект представляются в виде дуг, а функциональные отношения, их связывающие, в виде вершин [4,5].

Основными понятиями языка являются понятия функционального оператора и интерфейсной дуги.

Функциональный оператор реализует функциональное отношение, связывающее явления, которые представляют объект моделирования. Графическим отображением функционального оператора является круг, внутри которого помещён символ реализуемого оператором класса функций. Конкретный вид функции определяется множеством входных и выходных дуг, связанных с данным оператором. Различают операторы ввода-вывода информации и преобразующие операторы сети. Последние разделяются на операторы-вычислители, реализующие аналитические выражения элементарной математики, операторы-распознаватели, реализующие конструкции типа «IF_THEN_ELSE», и оператор «задержка по времени» (операторы данного вида необходимы для учёта последействия в модели и позволяют описывать динамику объекта). Формирование выходных переменных оператора осуществляется, как только становятся известными все его входные переменные. Таким образом, «срабатывание оператора» в вершинах сети носит асинхронный характер, и сама алгоритмическая сеть предстаёт в виде алгоритма, описывающего параллельные вычисления.

Интерфейсная дуга отображает одно из множества явлений, характеризующих объект моделирования. Графическим отображением интерфейсной дуги является однонаправленная стрелка. Направление стрелки определяет связь явлений в модели. Каждая интерфейсная дуга имеет уникальный номер и имя, являющееся оборотом существительного.

Необходимость реализации автоматического построения компьютерной программы непосредственно из модели, описанной средствами языка, обусловила внесение в синтаксис ЯАС ряда запретов и ограничений:

– запрет вычисления одной и той же переменной более чем одним оператором (конструкция «неоднозначность»);

– запрет использования в качестве входной информации оператора, информации, являющейся результатом его расчёта, в случае, если в образовавшемся контуре отсутствует оператор «задержка по времени (конструкция «дедлок»).

– Пример модели демография, описанной в языке алгоритмических сетей, представлен на рисунке 1. Перечень переменных модели и формулы, связывающие переменные, представлены в таблице 1.

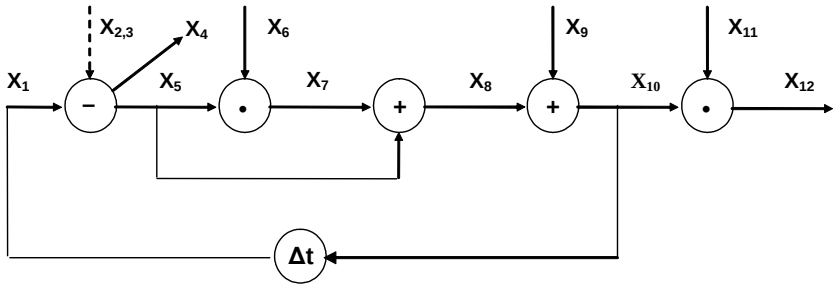


Рис. 1. Алгоритмическая сеть модели «демография»

Таблица 1

Переменные и расчётные формулы модели «демография»

Входные переменные	Расчётные переменные	
Наименование переменной	Наименование переменной	Расчётная формула
x_1 – количество населения на начало года	x_4 – количество убывшего населения	$x_4(t) = x_1(t) * x_2(t)$
x_2 – доля убывшего народонаселения	x_5 – количество оставшегося населения	$x_5(t) = x_1(t) * x_3(t)$
x_3 – доля оставшегося народонаселения	x_7 – естественный прирост населения	$x_7(t) = x_5(t) * x_6(t)$
x_6 – коэффициент естественного прироста	x_8 – коренное население	$x_8(t) = x_5(t) + x_7(t)$
x_9 – механический прирост населения	x_{10} – населения на конец года;	$x_{10}(t) = x_8(t) + x_9(t)$
x_{11} – доля трудового ресурса	x_{12} – трудовой ресурс региона	$x_{12}(t) = x_{10}(t) * x_{11}(t)$
Передача значения населения в конце года t на начало года $t+1$ для последующего расчёта		$x_1(t+1) = x_{10}(t)$

Система поддерживает полный цикл работы с моделью от ввода её аналитического представления до модельного эксперимента (задачи), реализуемый с помощью трёх основных режимов: «Модель», «Данные» и «Эксперимент».

– Режим «Модель» предназначен для ввода (редактирования) в систему исследуемой модели. Специфика среды реализации не позволила обеспечить традиционный графический ввод, поэтому в качестве альтернативы в системе используется ввод с помощью шаблонов, соответствующих аналитическим выражениям, реализуемым операторами алгоритмической сети. Максимально возможное число входов в операторах – 10. Экранная форма режима представлена на рисунке 2.

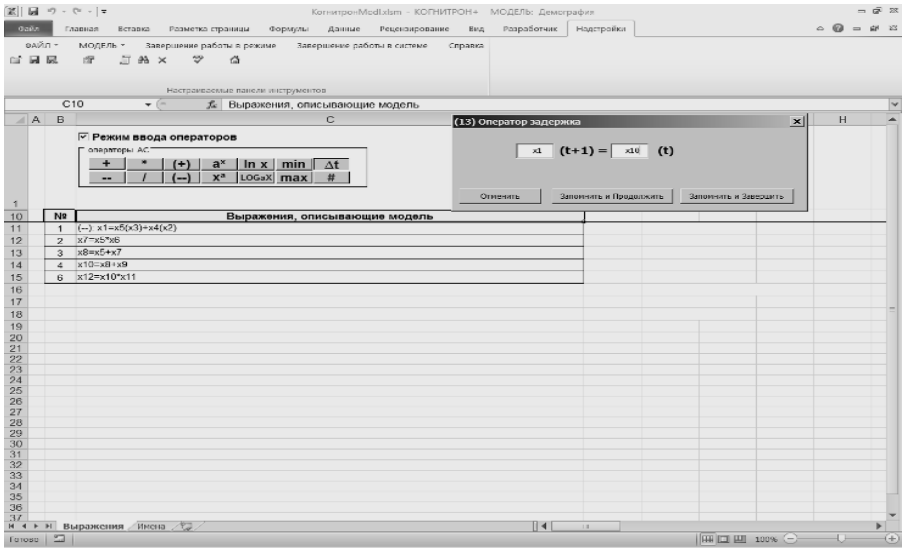


Рис. 2. Режим Модель. Ввод оператора «задержка по времени» с помощью шаблона.

На рисунке представлен ввод с помощью шаблона оператора «задержка по времени». Ввод осуществляется путём заполнения соответствующих позиций шаблона короткими именами переменных модели (до 7 символов). Порядок ввода операторов модели произволен.

Наряду с описанием оператора короткими именами режим обеспечивает:

– ввод и редактирование длинных имён переменных (до 30 символов), их размерностей и связанных с ними коэффициентов (используются для масштабирования графиков в процессе принятия решений);

– ввод и редактирование описания модели;

– поиск переменных, определяющих оператор, и операторов, включающих переменную;

– синтаксическую проверку вводимых операторов (диагностика отклонений от синтаксиса реализуемого выражения, диагностика отклонений от допустимого количества символов в коротких именах);

– синтаксическую проверку модели (диагностика неоднозначности, диагностика контура);

– формирование модели, готовой к дальнейшей эксплуатации, включая программный модуль обеспечивающий расчёты в соответствии с аналитическими выражениями, описывающими модель;

сохранение и загрузку созданной модели.

Режим «Данные» предназначен для формирования (редактирования) массивов данных, используемых в ходе модельных экспериментов.

Перед созданием данных пользователь должен загрузить модель, для которой создаётся массив, определить его характеристики: количество расчётных точек; год, которому соответствует первая расчётная точка; шаг между годами (их значения по умолчанию равны 1), а также номер создаваемого массива. На основании этой информации формируется таблица, содержащая входные переменные модели и выходы операторов «задержка по времени», которую предстоит заполнить пользователю. Экранная форма режима представлена на рисунке 3.

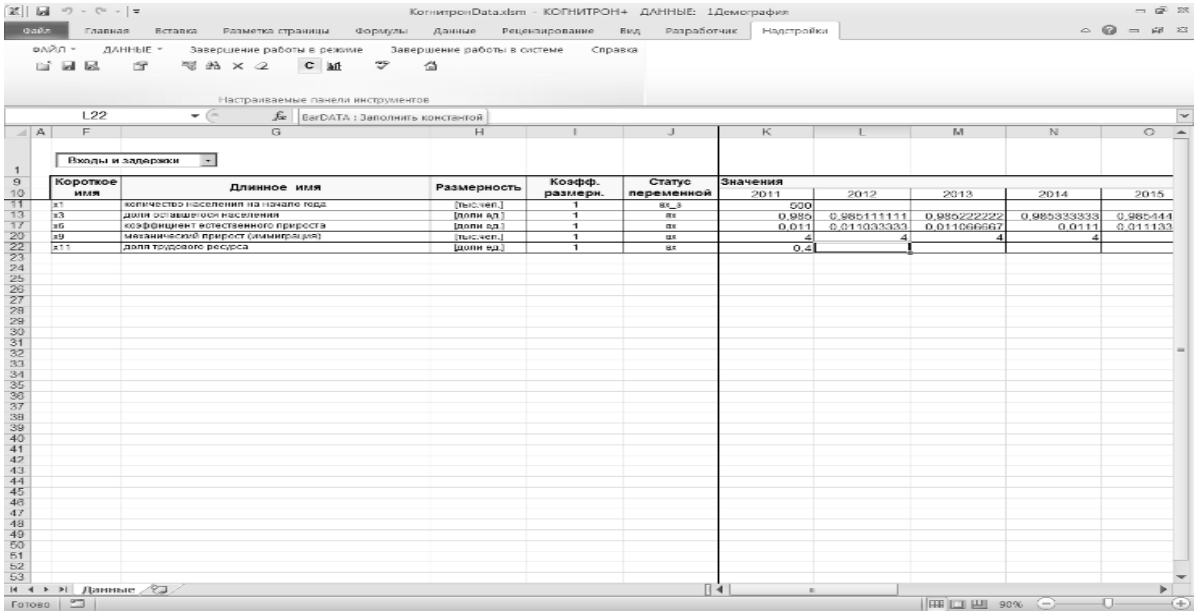


Рис. 3. Режим Данные

Режим «Данные» обеспечивает:

– поиск и активацию первой ячейки таблицы, не содержащей информации о значении входной переменной;

– поиск переменных, содержащих значения в заданном интервале;

– заполнение выбранного диапазона значений переменной заданной константой;

– заполнение значений переменной в выбранном диапазоне на основе линейной аппроксимации;

– удаление, как отдельных значений переменной, так и всех её значений в расчётном периоде;

– проверку введённых значений на наличие недопустимых (диагностика некорректного аргумента);

– формирование массива данных, готового к дальнейшей эксплуатации, содержащего значения всех переменных модели, в том числе и полученные в результате расчёта;

– редактирование описания массива;

– сохранение и загрузку созданного массива данных.

Режим «Эксперимент» позволяет провести эксперименты с моделью, как для изучения свойств исследуемого объекта, так и для формирования информации необходимой для принятия соответствующих решений.

Работа в режиме осуществляется в два этапа.

На первом этапе формируется среда принятия решений, включающая рабочую таблицу, таблицу ограничений и таблицу графиков. Рабочая таблица – таблица, содержащая выходные, расчётные и входные переменные модели, которые, по мнению пользователя, позволяют наилучшим образом описать решаемую задачу и отследить процесс получения результата. Количество переменных в таблице определяется пользователем. Таблица ограничений – таблица, содержащая интервалы, в которых, по мнению пользователя, должны изменяться значения переменных, подлежащих контролю. Выход значений за пределы этих интервалов сопровождается соответствующей диагностикой. Таким образом, пользователь может контролировать до 15 переменных. Таблица графиков – таблица, содержащая информацию о переменных модели, которые должны быть представлены в графическом виде. Система позволяет создать четыре диаграммы, каждая из которых обеспечивает как временное, так и корреляционное сравнение четырех переменных модели. Система позволяет также осуществлять на диаграммах временное сравнение имеющихся вариантов расчёта заданной переменной (до трех вариантов). Экранная форма создания среды принятия решений представлена на рисунке 4.

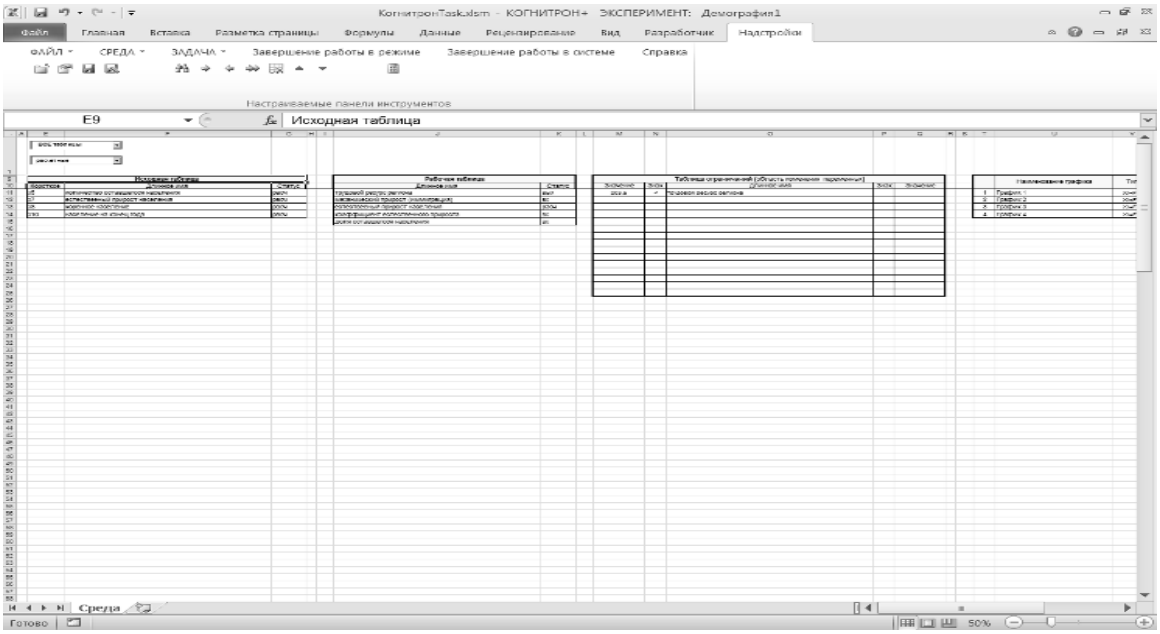


Рис. 4. Режим Эксперимент. Создание среды принятия решений

Создание таблиц на этапе формирования среды принятия решений обеспечивается путём:

– выбора исходной таблицы переменных модели. В качестве таковой может выступить таблицы расчётных, выходных, входных либо всех переменных модели, либо их последовательная комбинация;

– переноса выбранной переменной из исходной в формируемую таблицу (для рабочей таблицы допустим перенос всей исходной таблицы);

– удаления переменной из формируемой таблицы, либо очистки всей формируемой таблицы;

– перемещения переменной вверх или вниз к требуемому положению в формируемой таблице;

– сохранения/загрузки созданной задачи (эксперимента).

На втором этапе завершается постановка решаемой задачи на уровне определения требуемых значений переменных модели, осуществляется выбор и реализация метода решения, происходит анализ полученного результата и принятие решения о продолжении или завершении работы.

Постановка решаемой задачи сводится в системе к заданию пользователем требуемых ему значений переменных в рабочей таблице или в таблицах диаграмм. Система допускает как табличное, так и графическое представление решаемой задачи. Соответствующие экранные формы представлены на рисунках 5 и 6.

Выбор метода. Система поддерживает режимы автоматического выбора метода, использование методов ручной и автоматической подгонки и метода обращения. Таким образом, система обеспечивает имитационный (ручная подгонка) и аналитический способы (автоматизированная подгонка и метод обращения) получения требуемых результатов. В имитационном режиме пользователю предоставляются подсказки, облегчающие достижение

требуемого результата, в том числе подсказки о входных переменных, влияющих на результаты расчёта исследуемой выходной переменной, и рекомендуемых знаках их приращений. Аналитические способы, позволяющие получить результат без исследования пользователем поведения системы, основываются и на численных методах, в том числе, реализованных в Excel, и на методах, обеспечивающих нахождении решений в общем виде (метод обращения [6]).

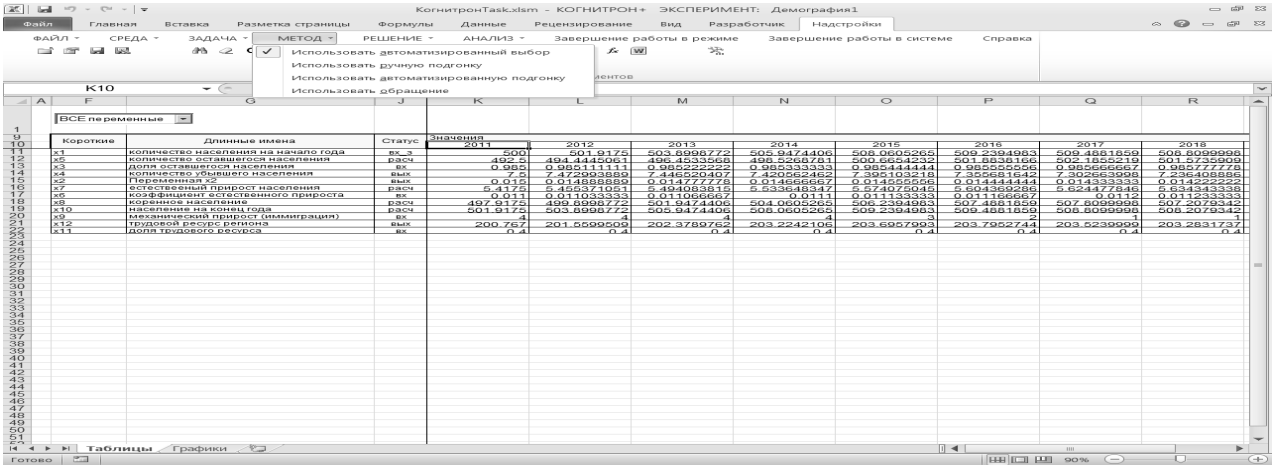


Рис. 5. Режим Эксперимент. Решение задачи. Табличное представление

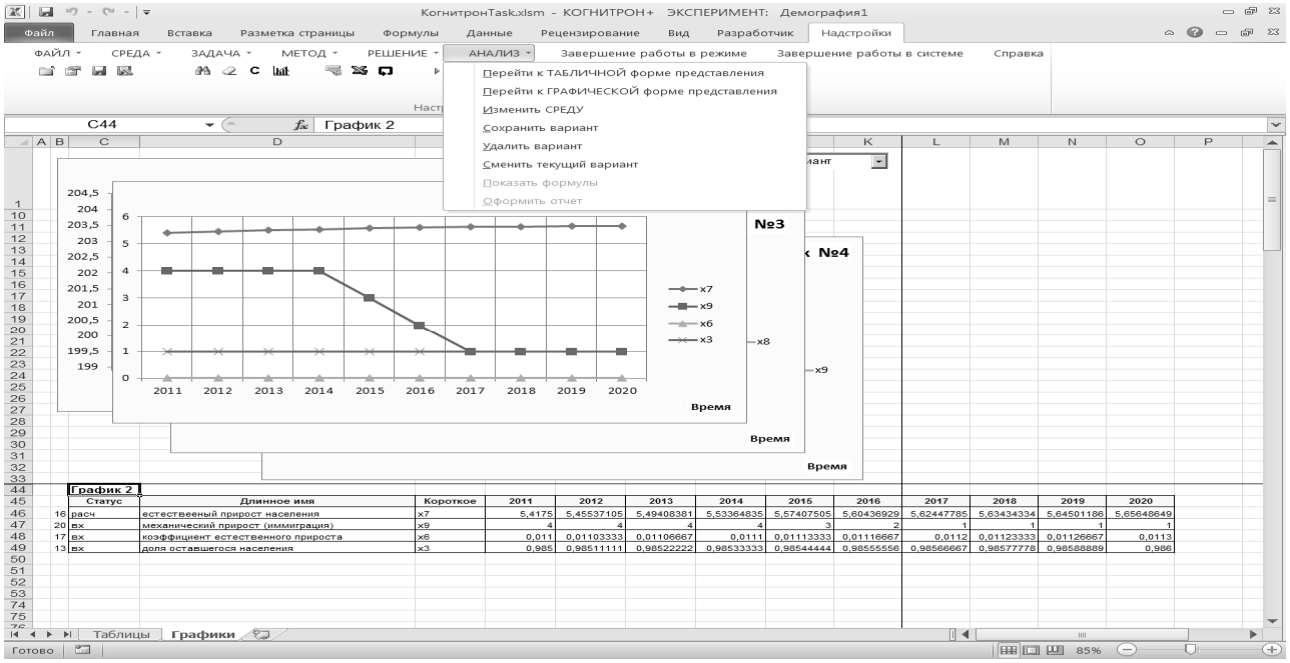


Рис. 6. Режим Эксперимент. Решение задачи. Графическое представление

Выбор метода осуществляется, исходя из поставленной задачи, в свою очередь, определяемой на основании анализа статуса переменных, значения которых были изменены пользователем к моменту нажатия кнопки «Произвести вычисления». При этом возможны следующие варианты:

– Изменены значения исключительно входных переменных – решается либо задача прогнозирования (исследование поведения модели в зависимости от воздействий на её входы), либо в режиме ручной подгонки ищется решение задачи, поставленной пользователем, с точки зрения системы, неявно (результаты расчёта выступают как результат очередного шага итерации). Расчёт производится в соответствии с алгоритмом, описываемым алгоритмической сетью модели.

– Изменены значения исключительно выходной переменной – в данной версии системы поставлена задача нахождения решения уравнения. При автоматическом выборе метода система определяет возможность решения задачи путём трансформации исходного алгоритма расчёта (обращения алгоритмической сети модели). Если входные переменные, доступные для обращения найдены, они представляются системой пользователю, и он выбирает из них ту, за счёт которой предполагает получить требуемый результат. После нажатия кнопки «Произвести вычисления» расчётный модуль изменяется в соответствии с новым множеством входных и выходных переменных и осуществляется расчёт. Результатом его являются значения, которые должна иметь обращённая входная переменная, чтобы обеспечить заданные значения выхода (соответствующая экранная форма представлена на рисунке 7). Если входных переменных, доступных для обращения не

найдено, система переходит к автоматической подгонке. Система выдаёт пользователю множество входных переменных, влияющих на значение заданной выходной переменной. Пользователь определяет входную переменную, за счёт которой предполагает достигнуть требуемого результата, задаёт максимально допустимое число итераций и необходимую точность и инициирует расчёт.

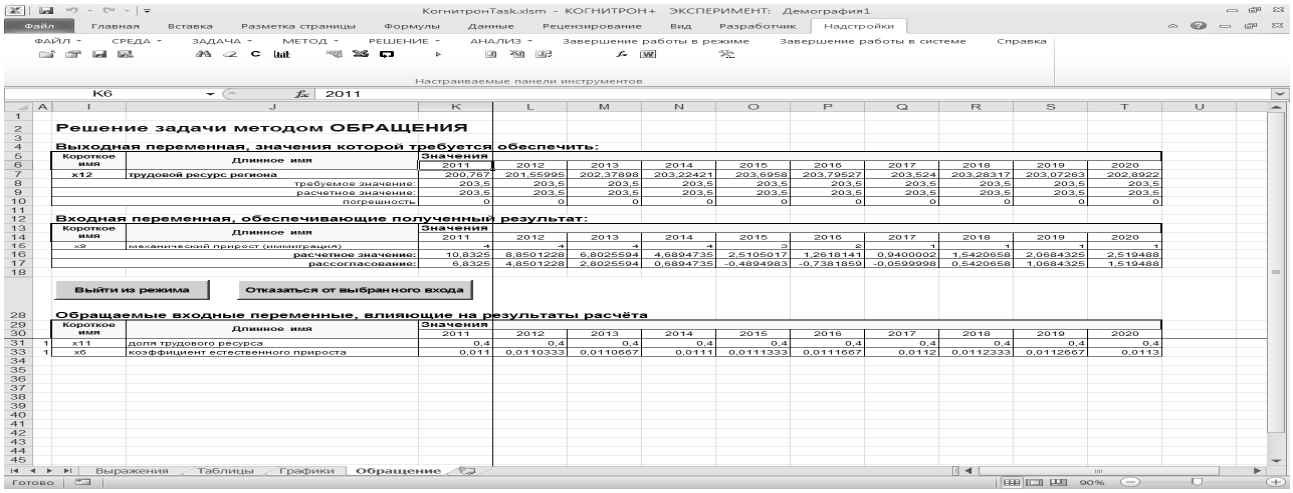


Рис. 7. Режим Эксперимент. Решение задачи методом обращения АС

Если используемый метод заранее определён пользователем, система осуществляет достижение результата в соответствии с заданием. В случае невозможности достижения результата заданным путём выдаётся диагностика.

– Изменены значения и выходной, и входных переменных – в данной версии системы поставлена задача нахождения решения уравнения. Всё изложенное для рассмотренного выше варианта справедливо с учётом того, что входные переменные с изменёнными значениями исключаются из множества входов, за счёт которых могут быть достигнуты значения заданного выхода. В случае невозможности решить поставленную задачу выдаётся диагностика.

– Реализация метода решения осуществляется системой автоматически после нажатия кнопки «Произвести вычисления».

– Анализ полученного результата. Для анализа полученного результата система предоставляет рабочую таблицу, таблицы выходных, расчётных, входных, а также таблицу всех переменных модели. Кроме того пользователю представляется таблица ограничений; четыре диаграммы, каждая из которых обеспечивает временное/корреляционное сравнение до четырех переменных модели. Средствами Excel дополнительно может строиться произвольное число «временных» диаграмм (не запоминаются при сохранении задачи). Пользователь имеет возможность оперирования с тремя вариантами расчёта (два хранятся и один текущий) и сравнение их с помощью имеющихся четырех диаграмм.

– Наряду с изложенным, на этапе решения задачи система обеспечивает:

– поиск переменных, содержащих значения в заданном интервале;

– заполнение выбранного диапазона значений переменной заданной константой;

– заполнение значений переменной в выбранном диапазоне на основе линейной аппроксимации;

– удаление всех значений переменной в расчётном периоде;

– возможность задания метода, с помощью которого следует достигнуть требуемого результата;

– запоминание, удаление и смену вариантов расчёта;

– создание и редактирование описания задачи;

– сохранения/загрузки созданной задачи (эксперимента).

Использование системы КОГНИТРОН+ позволяет широкому кругу пользователей MS Excel получить доступ к возможностям, представляемым современными методами моделирования и поддержки принятия решений. Система обеспечивает:

– возможность создания и модификации программной реализации моделей-методик непосредственно пользователями, не владеющими языками программирования;

– сокращение времени и затрат ресурсов на разработку и «отладку» модели-методики;

– повышение адекватности получаемых решений реальным условиям поставленных задач за счёт обеспечения возможности непосредственной работы пользователей с системой моделирования, минуя этап взаимодействия с математиками и программистами;

– сокращение времени необходимого на достижение требуемых результатов за счёт наличия и возможности совместного использования методов, поддерживающих режимы аналитического и имитационного моделирования.

Система реализована в среде MS Excel 2007/2010 на языке Visual Basic for Applications (VBA) и включает 7 компонент (рабочих книг), 185 макросов, содержащих более 7800 строк кода VBA.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов В.П. Средства автоматизации моделирования потоковых систем в среде MS Excel. / Пятая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика» (ИММОД-2011). // Труды конференции. Т.1.– СПб: ОАО «Центр технологии и судостроения». 2011. – С. 378–382.
2. Морозов В.П. Методология и системы моделирования на основе алгоритмических сетей / X Санкт-Петербургская Международная Конференция «Региональная информатика-2006» («РИ-2006»), Санкт-Петербург, 24–26 октября 2006 года: Труды конференции. – СПб.: СПОИСУ, 2007. – С. 112–118.
3. Морозов В.П. Поддержка принятия решений, ориентированная на знания эксперта / Региональная информатика (РИ-2010). XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2010)». Санкт-Петербург, 20-22 октября 2010 г.: // Труды конференции \ СПОИСУ. – СПб, 2011. – С. 69–73.
4. Иванищев В.В., Марлей В.Е. Введение в теорию алгоритмических сетей. Санкт-Петербург. Изд-во СПбГТУ, 2000. 179 с.
5. Иванищев В.В., Марлей В.Е., Морозов В.П. Язык алгоритмических сетей: Препринт №63. ЛНИВЦ АН СССР. Л..1984. 37с.
6. Морозов В.П. Задачи на вычисление при наличии ограничений. Метод обращения // Алгоритмическое моделирование, инструментальные средства и модели. СПб. СПИИРАН.1992. – С.112–137.

Морозов В.П., Королев О.Ф.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ОТДЕЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

В ходе программной реализации методик, связанных с мониторингом отраслей, характеризующихся существенной динамикой состава используемых показателей, разработчики неизменно сталкиваются с проблемой постоянной модернизации созданного программного обеспечения (ПО). Эта же проблема возникает и в ходе «эксплуатации» методик, когда появляются новые задачи, связанные с необходимостью получения того или иного результата, не предусмотренного исходной постановкой.

Одним из путей решения названной проблемы является разработка программного обеспечения на базе методологии автоматизации моделирования и поддержки принятия решений на основе алгоритмических сетей, предложенной в Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации РАН (СПИИРАН) [1,2].

В основу программного комплекса для решения задач мониторинга отдельных направлений социально экономического развития Санкт-Петербурга положены:

1. Методология автоматизации моделирования и поддержки принятия решений на основе алгоритмических сетей (далее Методология).

2. Методика оценки развития информационного общества в Санкт-Петербурге, разработанная в Санкт-Петербургском информационно-аналитическом центре (СПб ИАЦ).

3. Система КОГНИТРОН, созданная в СПИИРАН, на базе Методологии автоматизации моделирования и поддержки принятия решений [3].

В соответствии с техническим заданием программный комплекс обеспечивает:

– расчёт Индекса информационно-сетевой готовности Санкт-Петербурга к вступлению в информационное общество;

– расчёт значений исходных показателей направлений социально-экономического развития Санкт-Петербурга для заданных значений итоговых параметров.

Первым этапом создания программного комплекса, согласно Методологии, явилось представление Методики оценки развития информационного общества в Санкт-Петербурге в языке алгоритмических сетей (ЯАС) [4].

В ходе реализации этапа был уточнён состав показателей методики, скорректирована их структура, определены функциональные зависимости, обеспечивающие вычисление расчётных индикаторов, уточнены формулы расчёта индексов, аналитические выражения проверены на отсутствие запрещённых в ЯАС синтаксических конструкций. В язык алгоритмических сетей введён дополнительный оператор «табличная функция», обеспечивающий приведение значений индикаторов к значениям соответствующих им шкал. Разработанная алгоритмическая модель получила название «Оценка развития информационного общества».

В модели «Оценка развития информационного общества» интегрирующий показатель «Индекс информационно-сетевой готовности Санкт-Петербурга к вступлению в информационное общество» определяется на основании индексов 6 областей, включающих в общей сложности 25 индексов групп, вычисляемых на основании 423 входных показателей. Модель содержит 247 индикаторов, оцениваемых в ходе вычислений по пятибалльной шкале.

Особенности реализации алгоритмической сети модели «Оценка развития информационного общества» (необходимость оценок значений её показателей с помощью количественных и качественных шкал, выполняемых в ходе расчётов, и, следовательно, разрыв процесса вычислений; независимость групп и областей показателей) определили особенности реализующего её программного обеспечения. Было принято решение о разработке программного комплекса в составе программы КОГНИТРОН-Сервис и системы автоматизации моделирования КОГНИТРОН. На программу КОГНИТРОН-Сервис были возложены функции, связанные с подготовкой информации и оцениванием значений индикаторов, на систему КОГНИТРОН – постановки задач и их решения. В связи с этим произошло и разделение алгоритмической сети модели, одна часть которой (278 операторов, 327 входных и 278 расчётных показателей) реализована в программе КОГНИТРОН-Сервис, другая (64 оператора, 247 входных и 32 расчётных показателя) в системе автоматизации моделирования КОГНИТРОН. На рисунке 1 представлена реализация алгоритмической модели «Оценка развития информационного общества» в программном комплексе. Структура программного комплекса на основе модели «Оценка развития информационного общества» (далее Программного комплекса), представлена на рисунке 2.

Программа КОГНИТРОН-Сервис создана в среде MS Excel и предназначена для решения задач, связанных с оценкой значений входных и расчётных индикаторов в соответствии с имеющимися шкалами, формирования массива для аналитической обработки результатов мониторинга социально-экономического развития Санкт-Петербурга, а также настройки созданного модельного обеспечения. Программа КОГНИТРОН-Сервис, обеспечивает обмен информацией между хранилищем данных СПб ИАЦ и системой КОГНИТРОН, а также возможность создания и редактирования значений шкал индикаторов, используемых в ходе решения поставленных задач.

Рис. 1. Реализация модели «Оценка развития информационного общества»

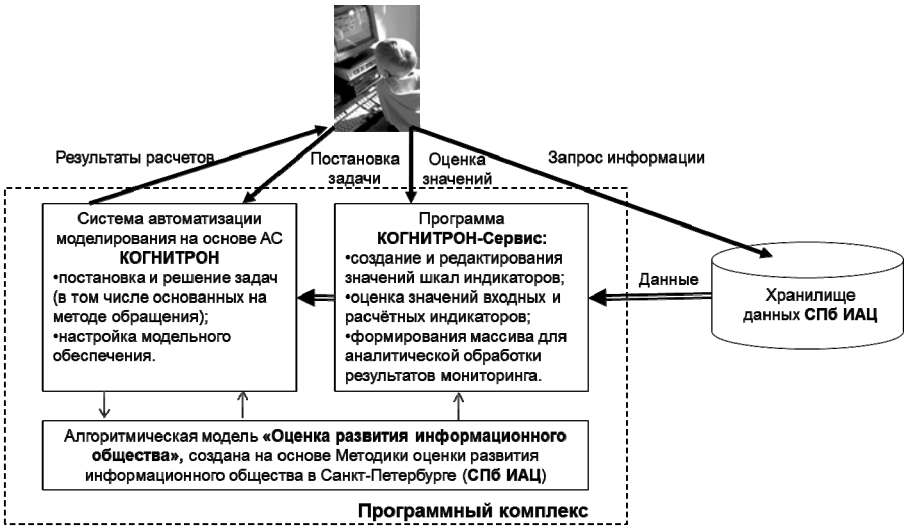


Рис. 2. Структура программного обеспечение комплекса

Система КОГНИТРОН модифицирована с учётом специфики проекта (прежде всего наличия шкал, оценивающих значения показателей модели) и используется для постановки и решения задач, возникающих в ходе обработки результатов мониторинга и настройки модельного обеспечения.

Работа в программном комплексе осуществляется в двух режимах: режиме эксплуатации и режиме настройки.

Технология работы в режиме настройка обеспечивает:

– Редактирование алгоритмической сети модели, в том числе:

- редактирование операторов модели (в зависимости от места реализации АС выполняется с помощью системы КОГНИТРОН или программы КОГНИТРОН-Сервис). На рисунке 3 представлена экранная форма редактирования модели в системе КОГНИТРОН;
- редактирование наименований переменных модели (в зависимости от места реализации АС выполняется с помощью системы КОГНИТРОН или программы КОГНИТРОН-Сервис);
- ввод и редактирование интервалов неоднозначности внутри шкал индикаторов (выполняется с помощью системы КОГНИТРОН).

– Редактирование файла параметров обмена информацией между хранилищем данных СПб ИАЦ и программным комплексом (выполняется с помощью программы КОГНИТРОН-Сервис). На рисунке 4 представлена экранная форма редактирования файла параметров.

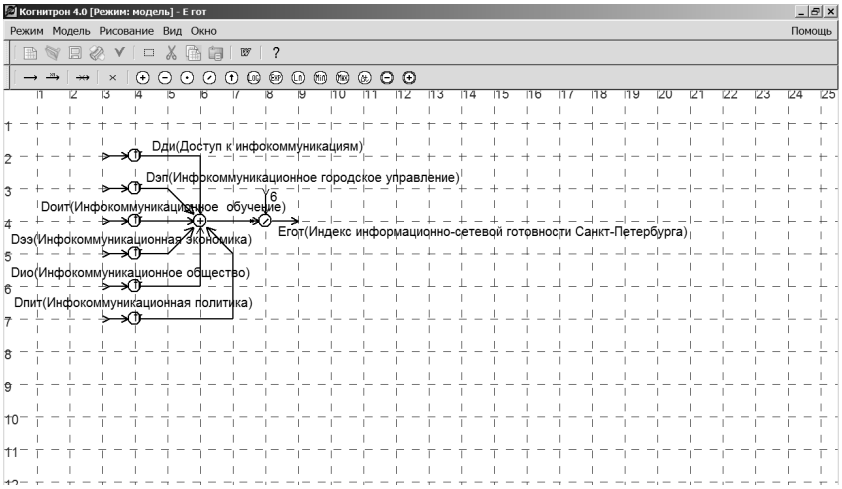


Рис. 3. Экранная форма редактирования модели в системе КОГНИТРОН

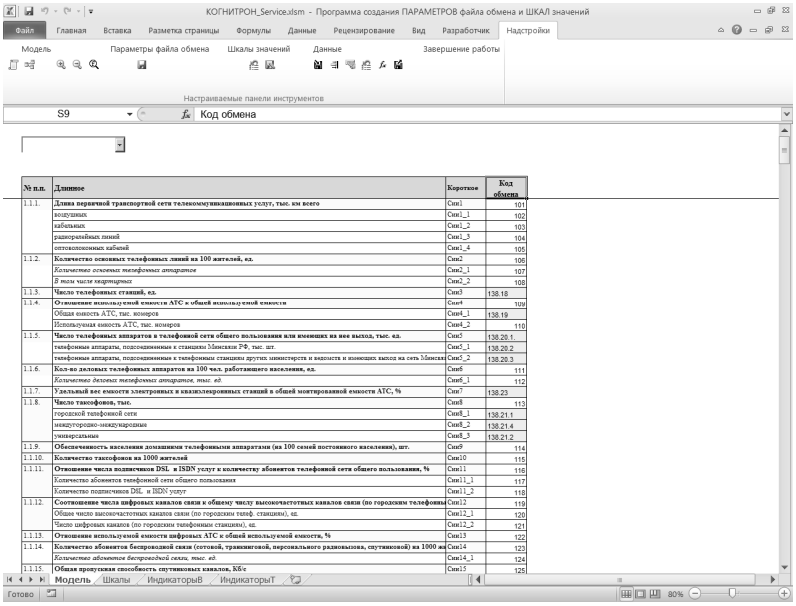


Рис. 4. Экранная форма редактирования файла параметров в программе КОГНИТРОН-Сервис

Технология работы в режиме эксплуатации обеспечивает:

– Формирование массива входных показателей модели из хранилища данных СПб ИАЦ – исходный массив входных показателей (выполняется СПб ИАЦ своими средствами).

– Оценку значений входных и расчётных индикаторов в соответствии со шкалами значений индикаторов – массив входных показателей задачи (выполняется с помощью программы КОГНИТРОН-Сервис). На рисунке 5 представлена экранная форма Оценивание значений индикаторов по качественным шкалам.

– Выбор решаемой задачи: задача 1 «Расчёт Индекса информационно-сетевой готовности Санкт-Петербурга к вступлению в информационное общество» или задача 2 «Расчёт значений исходных показателей направлений социально-экономического развития Санкт-Петербурга для заданных значений итоговых параметров» (выполняется с помощью системы КОГНИТРОН).

В случае выбора задачи 1 – получение значения Индекса информационно-сетевой готовности Санкт-Петербурга к вступлению в информационное общество или значения выбранного исходного показателя (индикатора), соответственно (выполняется системой КОГНИТРОН).

В случае выбора задачи 2 – определение исследуемого исходного параметра; задание требуемого значения исходного параметра; определение исходного показателя (индикатора), за счёт которого предполагается решить поставленную задачу и расчёт (выполняется с помощью системы КОГНИТРОН). Рисунки 6 – 8 соответственно.

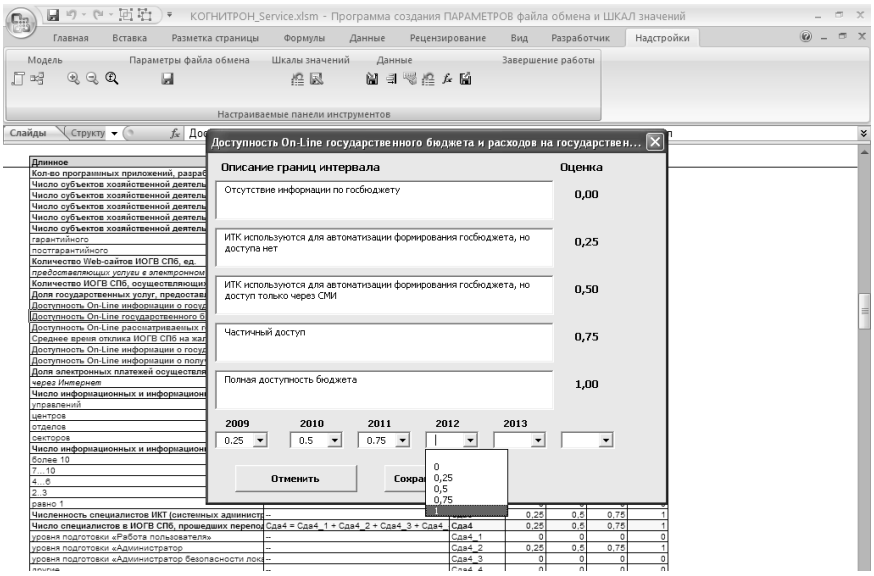


Рис. 5. Оценивание значений индикаторов по качественным шкалам

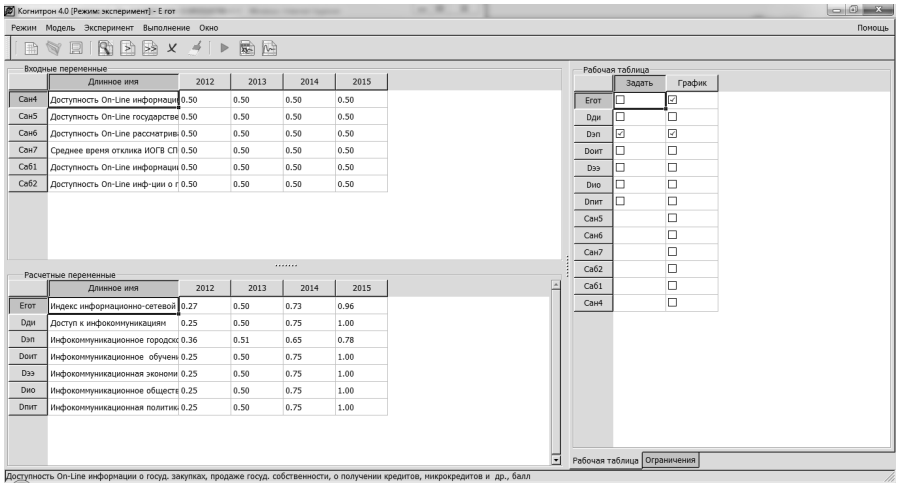


Рис. 6. Определение индекса области Городское управление в качестве заданного

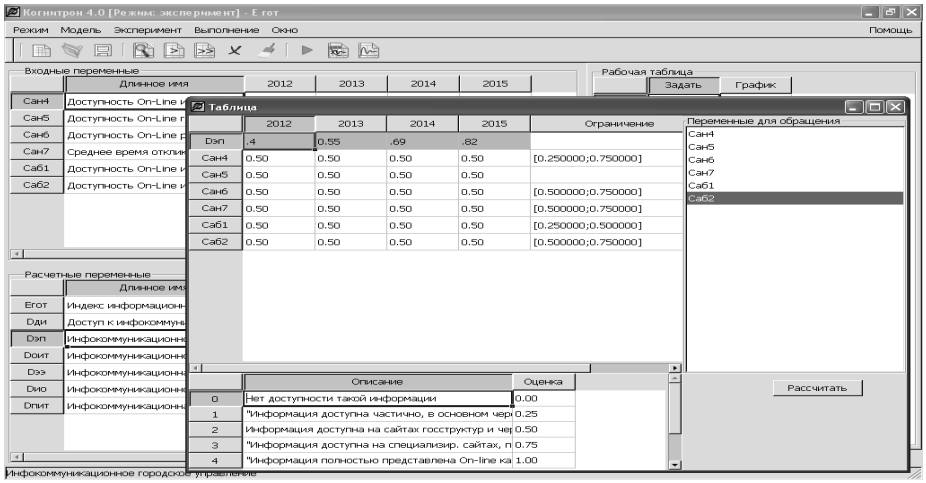


Рис. 7. Задание требуемых значений индекса области Городское управление и определение входного показателя, за счёт которого будет решаться задача

Сеансы решения задачи аналитической обработки результатов мониторинга социально-экономического развития Санкт-Петербурга и задачи формирования значений исходных показателей

направлений социально-экономического развития Санкт-Петербурга для заданных значений итоговых параметров по отдельным направлениям проведены на данных, представленных заказчиком.

В настоящее время комплекс находится в эксплуатации в отделе системного анализа и моделирования СПб ИАЦ.

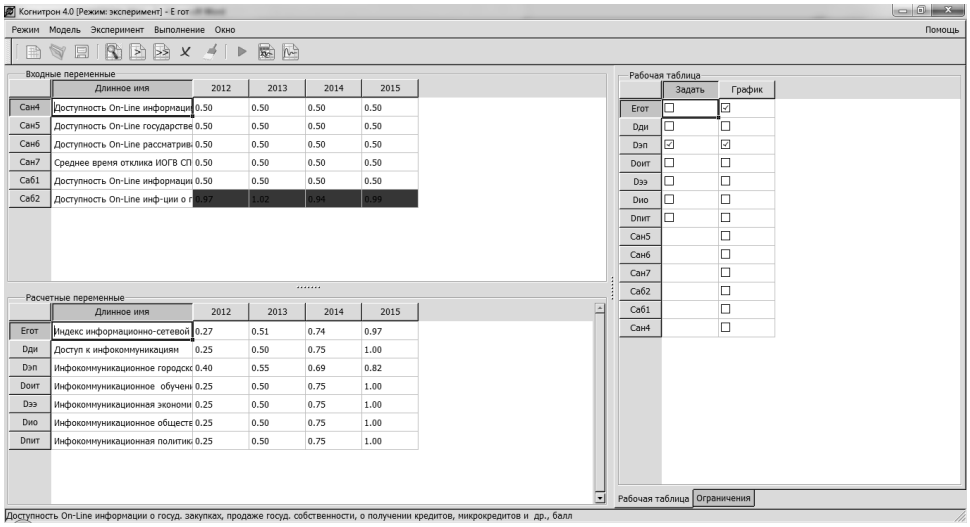


Рис. 8. Результаты расчёта значений индикатора «Предоставление бизнесу информации о получении кредитов» и др.

Внедрение программного комплекса, реализующего алгоритмическую модель «Оценка развития информационного общества» в практику мониторинга процессов социально-экономического развития Санкт-Петербурга позволяет:

– сэкономить деньги и время необходимые на освоение программного обеспечения и уменьшить затраты на её эксплуатацию;

– сократить время и затраты ресурсов на разработку и «отладку» модели;

– сократить время принятия решений, повысить адекватность решений реальным условиям поставленных задач за счёт обеспечения возможности непосредственной работы экспертов с системой моделирования, минуя этап взаимодействия с программистами;

– сократить время необходимое на достижения требуемых результатов за счёт наличия и возможности совместного использования методов, поддерживающих режимы аналитического и имитационного моделирования;

– повысить обоснованность и качество принимаемых решений при общем сокращении затрачиваемого времени и трудоёмкости, как за счёт привлечения математического аппарата, так и за счёт более полного использования профессиональных знаний лица, принимающего решение.

Важнейшими преимуществами, предоставляемыми системой КОГНИТРОН можно считать:

– доступность и понятность для экономистов представления их методик в виде алгоритмических сетей;

– возможность создания и модификации программной реализации моделей-методик непосредственно экономистами, не владеющими языками программирования;

– отсутствие необходимости повторного ввода математических выражений, описывающих задачи, возникающие в рамках эксплуатации уже введённой алгоритмической модели-методики, в том числе задачи, основанные на методе обращения.

– Программа КОГНИТРОН-Сервис реализована в среде MS Excel на языке Visual Basic for Applications. 1097 строк вновь созданного кода программы содержится в 4 программных модулях.

Система автоматизации моделирования КОГНИТРОН реализована в MS Visual C++ 2005 с использованием библиотеки графического интерфейса GTK. В ходе адаптации системы для решения задач мониторинга социально-экономического развития модифицировано и создано 800 строк кода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов В.П. Методология и системы моделирования на основе алгоритмических сетей / X Санкт-Петербургская Международная Конференция «Региональная информатика-2006» («РИ-2006»), Санкт-Петербург, 24–26 октября 2006 года: Труды конференции. – СПб.: СПОИСУ, 2007. – С. 112 – 118.
2. Морозов В.П. Поддержка принятия решений, ориентированная на знания эксперта / Региональная информатика (РИ-2010). XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2010)». Санкт-Петербург, 20–22 октября 2010 г.: Труды конференции \ СПОИСУ. – СПб, 2011. – С. 69 – 73.
3. О. Королёв, В. Морозов. Система автоматизации моделирования КОГНИТРОН. Логистика и управление цепями поставок: перспективы в России и Германии: материалы российско-немецкой конференции по логистике; под ред. Д.А. Иванова, В.С. Лукинского, Б.В. Соколова, Й. Кэшеля. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – С.363–368.
4. Иванищев В.В., Марлей В.Е. Введение в теорию алгоритмических сетей. Санкт-Петербург. Изд-во СПбГТУ, 2000. 179 с.

Соложенцев Е.Д.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ

Введение

Проблемой устойчивого развития государства занимались известные западные и российские ученые. Лауреат Нобелевской премии Джеймс Бьюкенен (James M. Buchanan) исследовал модель устойчивого развития государства на основе договорных и конституционных основ теории принятия экономических и политических решений [1]. Лауреат Нобелевской премии Джеймс Хекмен (James J. Heckman) создал теорию анализа селективных выборок для исследования микроданных, неоднородности и оценки публичной политики по статистическим данным социально-экономических процессов [2]. Академик В.М. Полтерович предложил программу выхода России из экономического кризиса и ее развития в виде постепенных консервативных реформ [3]. Академик А.И. Татаркин и член-корр. РАН Гринберг Р.С. оценивали социально-экономические последствия присоединения России к ВТО и предложили методики диагностирования экономической безопасности [4].

Устойчивость развития страны зависит от успешной работы органов государственной власти, обобщенно являющихся менеджерами и принимающих решения в условиях неопределенности и риска. Менеджер, по мнению выдающегося экономиста Питер Друкер (Peter F. Druker) должен уметь решать новые задачи: управлять на основе поставленных целей, рисковать на более длительный период, вычислять все риски, выбирать наиболее оправданный вариант риска, принимать стратегические решения, выполнять несколько функций и видеть проблему (систему) в целом [5,6].

Предлагается новый подход к решению проблемы устойчивого развития государства на основе Технологий управления риском для информационно-аналитического обеспечения менеджеров органов власти в принятии решений [6,7].

Под Технологией управления риском понимается последовательность процедур и операций, приводящих к цели. Под целью Технологий управления риском понимается снижение риска в системе до допустимого или минимального уровня. Риск и эффективность в системе рассматриваются взаимосвязанными.

Достоинство Технологий управления риском в их применимости для:

- разработки моделей риска с логическим объединением событий экономики, политики, права и законов;
- оценки, анализа, управления и прогнозирования риска систем и процессов;
- управления развитием страны, области, города, региона, района, системы, проекта и процесса.

Актуальность и научная новизна. Разработка Технологий управления риском для органов государственной власти может стать интеллектуальной частью проекта Информатизации России, направленной на устойчивое развитие страны, области, города и района. Предлагается моделировать развитие в целом и отдельных направлений: образование, медицина, информатизация общества и др. и сравнивать области, города, регионы и районы по направлениям развития. Научная новизна Технологий управления риском состоит в использовании логико-вероятностных (ЛВ) моделей риска и ЛВ-исчисления для управления системами и процессами по критериям риска и эффективности.

Цели развития и тип модели. Цели развития разных стран, областей, городов, регионов и районов могут быть разными. Например, Китай сдерживает рост населения, а Россия озабочена его увеличением. Рассмотрим Технологию управления риском успешного развития государства – России. При выборе цели использована концепция Нобилей о социальной справедливости в обществе. Три поколения Нобилей, выходцев из Швеции, работали в России в XIX и начале XX века. Их концепция заключалась в том, что значительную часть прибыли от бизнеса они тратили на рабочих: платили достойную зарплату, строили дома, детские сады и школы, обеспечивали бесплатные медицинские услуги, повышали квалификацию рабочих, вкладывали средства в науку и инновации. Могут быть и другие цели: развитие России на основе инвестиций в ВПК (концепция Путина), решения извечной проблемы «дорог и дураков» и др., но мы их здесь не рассматриваем.

Тип модели. Норберт Винер и Джон фон Нейман считали, что методы для управления экономическими и социальными системами и процессами должны опираться на комбинаторику, логику и множества. Рудольф Калман писал, что проблема <<данные → модель, объясняющая данные>> есть основная для любой отрасли науки. Этим требованиям отвечают логико-вероятностные (ЛВ) модели риска, позволяющие количественно анализировать вклады событий в достижение цели, объединять модели, управлять развитием, учитывать совместно риск и эффективность, распределять ресурсы на развитие.

Технологии управления риском включают следующие компоненты [6,7,9]: ЛВ-исчисление, классы ЛВ-моделей риска и эффективности, процедуры для классов ЛВ-моделей, оценка

вероятностей событий в ЛВ-моделях риска, специальные ЛВ-программные средства для классов ЛВ-моделей; примеры приложений, учебный курс.

ЛВ-исчисление в Технологиях управления риском использует расширенное определение события и рассматривает 20 типов событий.

Классы ЛВ-моделей риска и эффективности: ЛВ-моделирование, ЛВ-классификация, ЛВ-эффективность, ЛВ-прогнозирование, гибридные сценарные ЛВ-модели риска.

Процедуры классов ЛВ-моделей риска: построение и ортогонализация Л-моделей риска, идентификация ЛВ-моделей риска, ЛВ-анализ риска, ЛВ-управление риском, ЛВ-прогнозирование риска во времени и пространстве состояний, оценка вероятностей событий в ЛВ-моделях.

Специальные ЛВ-программные средства. Классы ЛВ-моделей риска используют сертифицированные программы: АСМ–2001 для структурно-логического моделирования, ROCS–2 для ЛВ-моделирования надежности систем, АСПИД–3W для принятия решений по экспертной нечисловой, неточной и неполной экспертной информации (ННН-информации) и др.

Примеры не менее поучительны, чем теория. В Технологиях управления риском приводятся 30 приложений в разных областях экономики и техники [6,7,9]. Учебный курс по дисциплине «Технологии управления риском» рассчитан на два семестра и содержит 20 лаб. работ на компьютере [9].

ЛВ-модель успешного развития России содержит, исходя из концепции Нобилей, объединение двух сценариев: 1) Повышение рождаемости и 2) Увеличение спроса на недвижимость в России. Она может логически включать другие модели и сценарии, например ЛВ-модель противодействия взяткам и коррупции, ЛВ-модель противодействия наркомании и др.

Структурная модель (рисунок 1). Ядро ЛВ-модели успешного развития России Y_{33} построено логическим объединением сценариев Повышение рождаемости в России Y_{32} и Увеличение спроса на недвижимость в России Y_{31}. Рисунок приводит названия ИС, их идентификаторы и типы Л-связей: ребро со стрелкой – связь OR; ребро с точкой – связь AND.

Заметим, что в сценарии используются события в экономике, политике, праве и законах. Вероятности инициирующих событий $Y_1, Y_2, ..., Y_{21}$ оценивают по ННН-экспертной информации.

Инициирующие события сценария Увеличение спроса на недвижимость в России: Y_1 – увеличение рабочих мест, Y_2 – качественное образование, Y_3 – увеличение застроек (конкуренции), Y_4 – проведение тендеров, Y_5 – покупка фьючерсов, Y_6 – поиск поставщиков, Y_7 – социальные программы, Y_8 – уменьшение ставок на ипотеку, Y_9 – экономическая стабильность в стране.

Инициирующие события сценария Повышение рождаемости в России: Y_{10} – правовая защита матерей и Y_{11} – семьи, Y_{12} – обеспечение жильем, Y_{13} – помощь малообеспеченным семьям, Y_{14} – программа «Здоровье», Y_{15} – увеличение з/п работников, Y_{16} – поддержка государства, Y_{17} – строительство новых детских садов, Y_9 – экономическая стабильность в стране, Y_{18} – улучшение качества и Y_{19} – бесплатное медицинское обслуживание, Y_{20} – досуг, Y_{21} – постоянный доход семьи.

Производные события сценария ЛВ-модель успешного развития России: Y_{22} – уменьшение цен на стройматериалы, Y_{23} – увеличение дохода населения, Y_{24} – уменьшение цен на недвижимость, Y_{25} – доступность покупки жилья, Y_{26} – правовое обеспечение, Y_{27} – проведение социальных программ, Y_{28} – обеспечение дошкольного образования, Y_{29} – улучшение медицинского обслуживания, Y_{30} – укрепление семейных отношений, Y_{31} – увеличение спроса на недвижимость, Y_{32} – повышение рождаемости в России, Y_{33} – успешное развитие России.

Введем обозначения: производные события: $Y_d(\vee; Y_{d1}, Y_{d2}, ...)$ – соединение $Y_{d1}, Y_{d2}, ...$ Л-связью OR, $Y_d(\wedge; Y_{d1}, Y_{d2}, ...)$ – соединение $Y_{d1}, Y_{d2}, ...$ Л-связью AND (события $Y_{d1}, Y_{d2}, ...$ могут быть производными с Л-связями $\vee$ и $\wedge$).

ЛВ-модель успешного развития России может быть записана в виде кортежей:

$Y_{33}(\wedge; Y_{32}, Y_{31})$; $Y_{31}(\wedge; Y_{23}, Y_{24}, Y_{25})$; $Y_{32}(\wedge; Y_{26}, Y_{27}, Y_{28}, Y_{29}, Y_{30})$;

$$Y_{22}(\vee;Y_5,Y_6);\ Y_{23}(\vee;Y_1,Y_2);\ Y_{24}(\vee;Y_3,Y_4,Y_{22});\ Y_{25}(\vee;Y_7,Y_8,Y_9);\ Y_{27}(\vee;Y_{12},Y_{13},Y_{14});\quad (1)$$
$$Y_{28}(\vee;Y_{15},Y_{16},Y_{17});\ Y_{29}(\vee;Y_9,Y_{18},Y_{19});\ Y_{30}(\vee;Y_{20},Y_{21}).$$

ЛВ-модель может быть расширена присоединением нескольких сценариев с использованием Л-связей. Общий комплексный сценарий проще всего записать именно в виде кортежей.

Апробация ЛВ-модели развития России. Не приводя Л- и В-моделей из-за их громоздкости, опишем результаты по трем моделям: Y_{31}, Y_{32}, Y_{33}. Использованы оценки вероятностей ИС по ННН-экспертной информации. При соединении сценариев Y_{31}, Y_{32} Л-операцией AND: $P_{31} = 0{,}3191$ – вероятность увеличения спроса на недвижимость в России; $P_{32} = 0{,}0252$ – вероятность повышения рождаемости в России; $P_{33} = 0{,}0079$ – вероятность успешного развития России.

Динамичность ЛВ-модели успешного развития России обеспечивается тем, что вероятности инициирующих событий $Y_1, Y_2, ..., Y_{21}$ и производных событий $Y_{22}, Y_{23}, ..., Y_{33}$ уточняются по статистическим данным или ННН-экспертной информации по мере изменения или появления новых событий в экономике, политике, праве и законах.

Количественный анализ риска выполняют по вкладам ИС в итоговые и производные события. Рассматривают структурную и вероятностную значимость. ИС сводят в один критерий – вероятность успешности развития России. Для каждого производного события также количественно оценивают вероятность успеха и выполняют анализ.

Структурная значимость учитывает количество разных путей с i-событием, ведущих к итоговому событию; ее определяют по В-функции риска:

$$\Delta P_i = P_y|_{Pi=1} - P_y|_{Pi=0},\ i = 1,2,...,n, \quad (2)$$

где P_y – вероятность итогового события, P_i – вероятность ИС, а значения вероятностей остальных инициирующих событий $P_1 = P_2 = ... = P_n = 0{,}5$.

Вероятностная значимость i-события учитывает его место в структуре и вероятность. Вероятностную значимость и вклады вычисляют при реальных значениях вероятностей инициирующих событий. Вклады событий на минус и плюс в вероятность итогового события определяют, придавая вероятности значения 0 и 1 в В-функции риска:

значимость i-события:

$$\Delta P_i = P_y|_{Pi=1} - P_y|_{Pi=0},\ i = 1,2,...,n, \quad (3)$$

вклад на минус i-события:

$$\Delta P_i^- = P_y|_{Pi} - P_y|_{Pi=0},\ i = 1,2,...,n, \quad (4)$$

вклад на плюс i-события:

$$\Delta P_i^+ = P_y|_{Pi} - P_y|_{Pi=1},\ i = 1,2,...,n. \quad (5)$$

Значимость повторного ИС Y_9 в вероятностях успеха событий Y_{31}, Y_{32}, Y_{33} значительно больше, чем ИС Y_5 и Y_{16}, имеющих такую же вероятность $P = 0{,}25$. Так при соединении сценариев 1 и 2 логической операцией AND имеем:

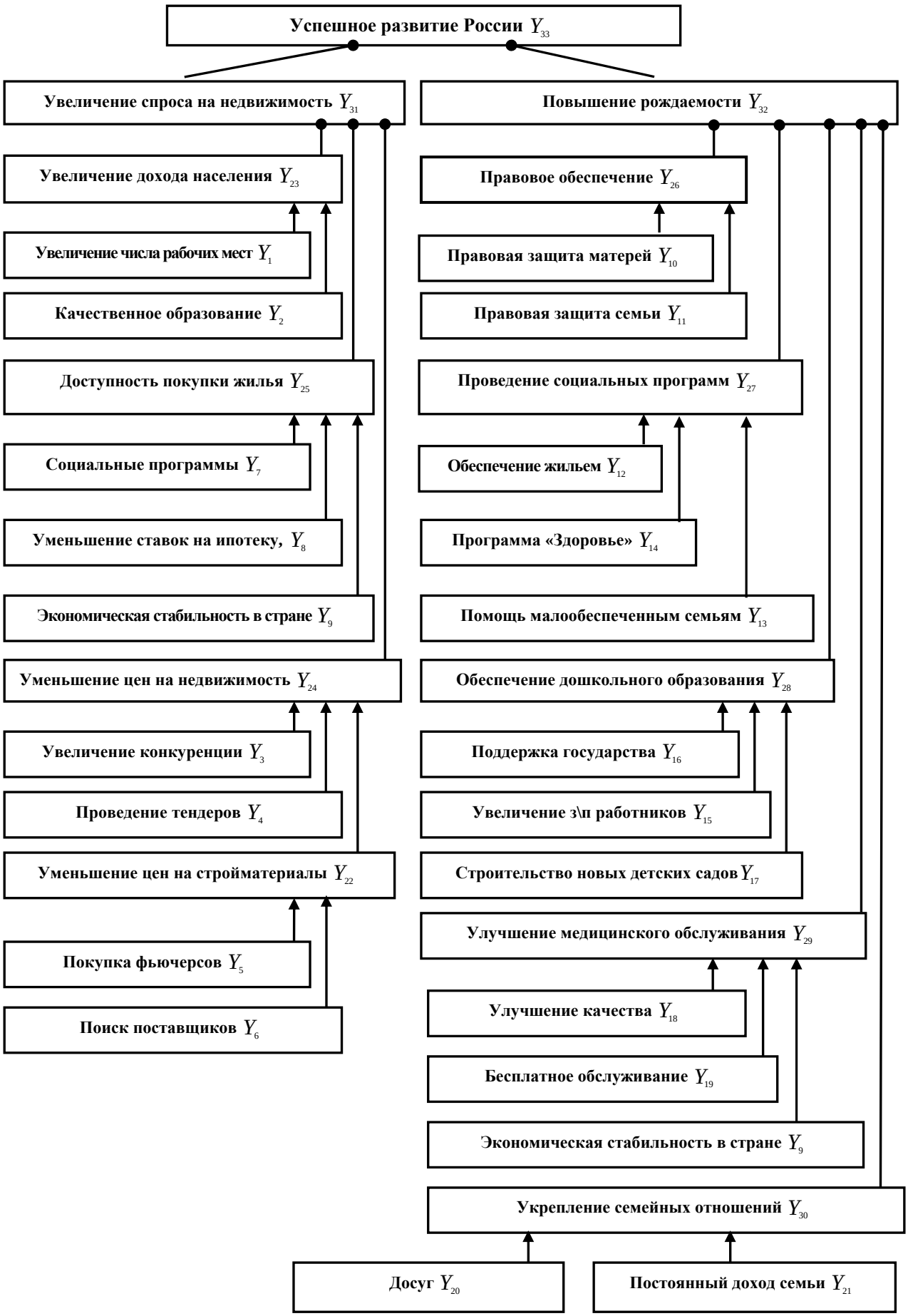
$dP_5 = 0{,}0694;\ dP_9 = 0{,}3081;\ dP_9 / dP = 4{,}43\ for\ Y_{31};$

$dP_{16} = 0{,}0334;\ dP_9 = 0{,}0124;\ dP_9 / dP_{16} = 2{,}69\ for\ Y_{32};$

$dP_5 = 0{,}0015;\ dP_9 = 0{,}0263;\ dP_{16} = 0{,}00389;\ dP_9 / dP_5 = 17{,}43;\ dP_9 / dP_{16} = 6{,}76\ for\ Y_{33}.$

Оперативное и стратегическое управление. Оперативное управление риском состояния системы осуществляют в следующей последовательности. Вначале выполняют количественный анализ значимостей и вкладов ИС в риск, далее принимают решение об изменении вероятностей наиболее значимых ИС и затем выделяют ресурсы на изменение вероятностей ИС, включая повышение квалификации персонала.

Стратегическое управление риском развития системы осуществляют по схеме управления системой как сложным объектом. Оно состоит в управлении движением по программной траектории и коррекцией при отклонении от нее (рисунок 2). Здесь: P_{yj} – вероятность успешного развития России, U_j – управляющие воздействия, W_j – корректирующие воздействия, $j = 1,2,...,N$ – этапы.



Примечание: ребро со стрелкой – связь OR; ребро с точкой – связь AND

Рис. 1. Структурная модель успешного развития России

Систему переводят из начального состояния A в конечное B по выбранной траектории $A-B$ за несколько этапов. Программа стратегического развития предусматривает возможные появления неприятностей и ресурсы на коррекции в этих случаях. В программе вычисляют значения параметров P_j, U_j, W_j на этапах развития N.

Л-модель риска стратегического управления развитием для всех этапов:

$$Y = Y_1 \vee Y_2 \vee ... \vee Y_n. \quad (6)$$

По Л-модели записывают В-модель риска стратегического развитием всего процесса:

$$P\{Y = 0\} = P_1 + P_2(1-P_1) + P_3(1-P_1)(1-P_2) + ..., \quad (7)$$

где $P_1, P_2, ..., P_n$ – риски (вероятности) событий $Y_1, Y_2, ..., Y_n$.

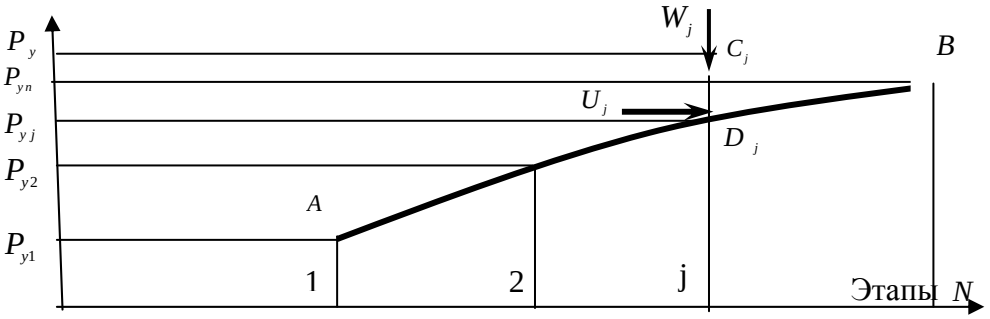


Рис. 2. Схема стратегического управления развитием

ЛВ-модель риска неуспеха решения трудной проблемы. Расширение ЛВ-модели может быть выполнена «вверх» [6,7]. В этом случае ЛВ-модель окажется частью общей ЛВ-модели и трудной проблемы. Здесь может произойти логическое соединение событий политики, экономики, права и законов страны. Именно такой подход использован в работах [1,2]. Рассмотрим такое соединение на примере исследованной нами ЛВ-модели противодействия взяткам и коррупции [7,11], которая может быть добавлена к ЛВ-модели успешного развития России.

Неуспех решения трудной проблемы DP происходит из-за неуспеха «субъектов» S (subjects) и из-за неуспеха «объектов-задач» T (tasks), составляющих суть проблемы (рисунок 3). Логические функции неуспеха событий:

$$DP = S \wedge T; \;\; S = S_1 \vee S_2 \vee ... \vee S_n; \;\; T = T_1 \vee T_2 \vee ... \vee T_m. \quad (8)$$

Вероятностные функции неуспеха событий:

$$P\{DP = 0\} = P\{S = 0\} + P\{T = 0\}(1 - P\{S = 0\}); \quad (9)$$

$$P\{S = 0\} = P\{S_1 = 0\} + P\{S_2 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\}) + P\{S_3 = 0\}(1 - P\{S_1 = 0\})(1 - P\{S_2 = 0\}) + ...; \quad (10)$$

$$P\{T = 0\} = P\{T_1 = 0\} + P\{T_2 = 0\}(1 - P\{T_1 = 0\}) + P\{T_3 = 0\}(1 - P\{T_1 = 0\})(1 - P\{T_2 = 0\}) + ... \quad (11)$$

Субъекты. Риск неуспеха решения проблемы S зависит от риска неуспеха субъектов, а именно: Государства S_1, Бизнеса S_2, Служб экономических преступлений S_3, Ученых S_4 (разработчиков Технологий) и Общественного мнения S_5. Эти переменные связаны Л-операцией OR. Если принять риски неуспеха субъектов S_1, S_2, S_3, S_4, S_5 равными $P_1 = P_2 = ... = P_5 = 0{,}5$ (нейтральная позиция), то риск неуспеха проблемы $P_1 = P_2 = ... = P_n = 0{,}5$ S велик 0,968.

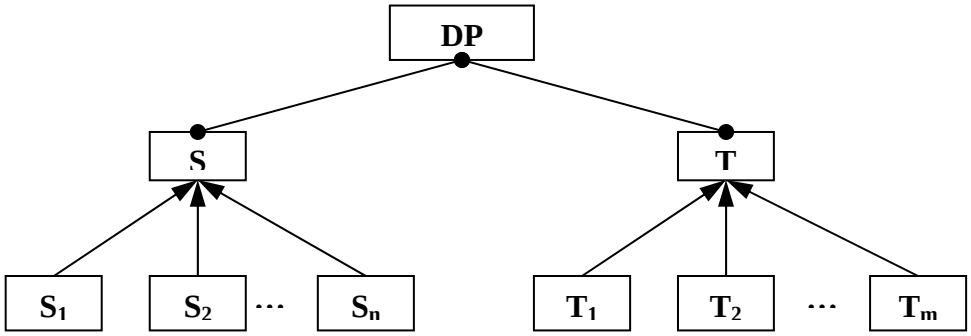


Рис. 3. Структурная модель неуспеха решения трудной проблемы

Событие неуспеха субъекта S_i представлено как сложное событие в виде Л-сложения событий «отсутствие желаний» W_i и «отсутствие возможностей» O_i, имеющих вероятности и рассматриваемых как Л-переменные. Риски неуспеха решения проблемы у субъектов, естественно, разные. Некоторые субъекты могут, вообще, не желать решения проблемы. Лауреат Нобелевской премии James Buchanan показал, что государству часто выгодно сращиваться с коррупцией и преступностью. Поэтому необходимы Желания и Возможности ученых и общественного мнения, чтобы бороться в интересах общества с непрофессиональным правительством или его сотрудничеством с коррупцией. Трудные проблемы России не решаются без участия ученых и общественного мнения.

Объекты-задачи $T_1, T_2, ..., T_m$ есть ЛВ-модели противодействия взяткам и коррупции:

T_1 – в учреждении, T_2 – чиновников, T_3 – при обслуживании.

Для каждой i-задачи строят сценарий риска, Л-модель и В-модель риска. Неуспех решения задач $T_1, T_2, ..., T_m$ рассматривают соответственно как события и обозначаются Л-переменными с теми же идентификаторами. Задачи имеют большую вычислительную сложность и не решаются без специальных программных средств.

Вероятности событий $S_1, S_2, ..., S_n; T_1, T_2, ..., T_m$ должны уточняться по статистическим данным или ННН-экспертной информации по мере изменения или появления новых событий в экономике, политике, праве и законах.

Оценка вероятностей событий и распределение ресурсов в ЛВ-моделях риска. В Технологии управления риском для информационно-аналитического обеспечения менеджеров государственной власти в ряде случаев необходимо: оценивать вероятности событий ЛВ-модели и распределять ресурсы по ННН-экспертной информации. Опишем метод сводных показателей Н.В. Хованова, для решения этих задач [10].

Метод сводных показателей (МСП) состоит в «свертке» совокупности отдельных оценок сложного объекта в единую оценку – сводный показатель. Полагаем, что отбор исходных характеристик $x_1, x_2, ..., x_m$ оцениваемого объекта уже выбраны и переведены в показатели $q_1, q_2, ..., q_m$ со значениями в интервале {0,1}. Изложим алгоритм оценки весовых коэффициентов $w_1, w_2, ..., w_m$ и сводного показателя Q:

$$Q(q; w) = Q(q_1, ..., q_m; w_1, ..., w_m) = \sum_{i=1}^{m} q_i \cdot w_i. \quad (12)$$

Весовые коэффициентов $w_1, w_2, ..., w_m$ отсчитываются дискретно с шагом $h = 1/n,$ где n – число градаций значимости показателей, и принимают значения из множества

$$\{0,\ 1/n,\ 2/n, ...,\ (n-1)/n,\ 1\}. \quad (13)$$

Множество $W(m,n)$ всех возможных векторов весовых коэффициентов примерно равно:

$$W(m,n) = N_1 N_2 ... N_m,$$

где $N_1, N_2, ..., N_m$ – число градаций значимостей весовых коэффициентов.

Предполагают, что имеется ординальная порядковая информация – система неравенств:

$$OI = \{ w_i > w_j, w_r = w_s; i, j, r, s \in \{1, ..., m\} \}, \quad (14)$$

и интервальная информация II – система неравенств:

$$II = \{ a_i \le w_i \le b_i;\ i \in \{1, ..., m\} \}. \quad (15)$$

Объединенную информацию называют нечисловой, неточной и неполной (ННН).

В качестве числовых оценок весовых коэффициентов используют математические ожидания рандомизированных весовых коэффициентов, а точность этих оценок измеряют при помощи стандартных отклонений. Числовой образ нечисловой информации отображается визуально на диаграмме для весовых коэффициентов и позволяет контролировать корректность информации.

Программный комплекс АСПИД-3W традиционно используют для классификации (ранжирования) объектов по ННН-экспертной информации [10]. В рассматриваемых ниже методиках его используют также для оценки вероятностей событий и распределения ресурсов в ЛВ-моделях [9].

Синтез вероятности ИС выполняют, чтобы определить риск итогового события для ЛВ-модели. Задачу решают методом сводных показателей по ННН-информации. Эксперт не может дать точную оценку вероятности одного события. Он сделает это точнее и объективнее, если будет оценивать 2–3

альтернативные гипотезы и учитывать их весомости. Задают шаг дискретизации весомостей гипотез, например 1/50. Экспертную информацию по весомостям задают в виде: интервалов допустимых значений, неравенств и равенств. Вычисляют допустимые значения весомостей и их математические ожидания. Каждый эксперт повторяет вычисления со своей ННН-информацией. Составляют таблицу оценок весомостей гипотез от экспертов. Вычисляют сводные оценки гипотез по таблице и весомостям экспертов. Выбирают гипотезу с наибольшей оценкой.

Анализ вероятностей ИС осуществляют по известному риску производного события, в которое они входят. Это позволяет управлять риском, изменяя вероятности ИС путем вложения ресурсов. Задача решается на нескольких этапах. Задают шаг дискретизации весомостей ИС, например 1/50. ННН-экспертная информация по весомостям ИС $A_1, A_2,..., A_m,$ входящих в производное событие, задается в виде: интервалов допустимых значений, неравенств, равенств и условия $w_1 + w_2 + ...w_m = 1.$ Выделяют область допустимых значений весомостей. Вычисляют математические ожидания и дисперсии оценок. Вычисления повторяют для каждого эксперта. Составляют таблицу оценок весомостей гипотез от всех экспертов. Вычисляют сводные оценки весомостей w_1^*, w_2^*, w_3^* гипотез A_1, A_2, A_3 по данным таблицы и весомостям самих экспертов. Вычисляют вероятности событий-гипотез:

$$P_1 = P_y w_1^*;\ P_2 = P_y w_2^*;\ ...;\ P_m = P_y w_m^*. \quad (16)$$

Полученные вероятности корректируют с учетом логического сложения событий-гипотез.

Распределение ресурсов на компоненты сложного события выполняют, если известно значение ресурса Q_{res} для сложного события, в которое они входят. Это позволяет управлять развитием системы. Распределение ресурса сведено к определению долей $t_i, i = 1, 2,..., n$ компонент в объеме ресурса сложного события. Доли $t_1, t_2,..., t_m$ для ИС оценивают по уже описанной схеме анализа вероятностей ИС. Ресурсы на компоненты равны:

$$Q_1 = t_1 Q_{res};\ Q_2 = t_2 Q_{res};\ ...\ Q_m = t_m Q_{res}. \quad (17)$$

Программные средства. Вычисления на ЛВ-моделях имеют большую вычислительную сложность. Апробированы программные средства: АСМ–2001 для структурно-логического моделирования риска и АСПИД–3W для принятия решений [9,10].

Заключение

Основными результатами настоящей работы являются следующие:

1. Предложены Технологии управления риском для информационно-аналитического обеспечения органов государственной власти.

2. Технологии управления риском предложено рассматривать как интеллектуальная часть проекта Информатизации России, направленную на обеспечение устойчивого и успешного развития страны, области, города, региона и района.

3. Новизна Технологий управления риском состоит в:

– использовании ЛВ-моделей риска и ЛВ-исчисления для управления социально-экономическими системами и процессами;

– разработке гибридных ЛВ-моделей с логическим объединением событий экономики, политики, права и законов;

– оценке вероятностей событий и распределении ресурсов по нечисловой, неполной и неточной экспертной информации.

4. Технологии управления риском позволяют для страны, области, города, региона и района решать следующие задачи:

– количественно оценивать риск неуспеха решения трудных экономических и социальных проблем, программ и проектов, в которых субъектами являются государство, бизнес, банки, ученые и общественное мнение, а объектами – задачи, составляющие суть проблемы;

– выполнять количественный анализ риска по вкладам инициирующих событий;

– осуществлять оперативное и стратегическое управление системами, проектами и программами;

– моделировать и прогнозировать развитие страны, области, города, региона и района;

– оценивать рейтинги и сравнивать области, города и районы, а также их программы здравоохранения, образования, информатизации и др.;

– оптимальное распределять ресурсы страны, области, города и района на устойчивое успешное развитие;

– противодействовать взяткам и коррупции в учреждениях, чиновников и при обслуживании;

– противодействовать наркотизации населения (области, города и района).

5. Разработанные Технологии управления риском могут использоваться также менеджерами в бизнесе для оперативного и стратегического управления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Buchanan, James. Liberty, Market and State. Wheatsheaf. 1985.
2. Heckman Jamis J, Leamer Edward. Handbook of Econometrics. 2002. V.5.
3. Полторович В.М. Элементы теории реформ. // Экономика М.– 2007.
4. Гринберг Р.С., Татаркин А.И. Оценка социально-экономических последствий присоединения России к ВТО. // Экономика. М.– 2007.. 534 с.
5. Peter F. Druker. The Pracktice Of Management. // HarperCollins. 2006. 416p.
6. Соложенцев Е.Д. И^3-технологии для экономики. –// Наука. СПб.– 2011. 387 с.
7. Solozhentsev E.D. Risk management technologies with logic and probabilistic models. // Springer: 2012. 328 p.
8. Рябинин И.А. Надежность и безопасность структурно-сложных систем. 2-е изд. СПб.: Изд-во С.-Петерб. ун-та, 2007. 276 с.
9. Соложенцев Е.Д. Технологии управления риском в структурно-сложных системах / Учебное пособие // ГУАП, 2013. СПб. 400 с.
10. Колесов Д.Н., Михайлов М.В., Хованов Н.В. Оценка сложных финансово-экономических объектов с использованием системы поддержки принятия решения АСПИД–3W: Учебное пособие. СПб.: ОЦЭиМ, 2004.– 64 с.
11. Соложенцев Е.Д., Карасев В.В. И^3-технологии для противодействия взяткам и коррупции. – Проблемы анализа риска, том 7. №2. 2010,
12. Соложенцев Е.Д. ВТО и логико-вероятностные модели невалидности сложных систем и процессов. – Журнал экономической теории, №4.2011. С. 136 –147.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Афанасьев С.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ

Введение

Под облачными вычислениями (cloud computing) понимаются технологии обработки данных, в которых ресурсы (память, процессор, дисковое пространство и пр.) предоставляются пользователю как интернет-сервисы.

Пользователь получает доступ к своим данным, при этом вся забота об обслуживании инфраструктуры полностью ложится на поставщика услуг.

IEEE определяет «облачную» обработку данных как «парадигму, в рамках которой информация постоянно хранится на внешних серверах и временно кэшируется на клиентской стороне» [1].

Одной из важных технологических подходов, лежащих в основе современной облачной парадигмы является виртуализация [2]. Среди других технологических трендов, которые послужили прелюдией к современным облачным вычислениям, можно назвать сервис ориентирован на архитектуру (Service-Oriented Architecture, SOA), предоставление приложений как услуги (Application Service Provider, ASP, распространение высокоскоростных каналов интернет связи и др.

1. Облачные Сервисы

Современное разложение вычислительного облака наслои как программное обеспечение как сервис (Software as a Service, SaaS), платформа как сервис (Platform as a Service, PaaS) и инфраструктура как сервис (Infrastructure as a Service, IaaS) оказываются недостаточно гибким, чтобы удовлетворить разнообразные требования потребителя, касающиеся композиции и качества сервисов [3]. По мнению ведущих сотрудников Amazon «облако» больше не раскладывается на четко определенные слои. В будущем многие приложения будут собирать разные сервисы из разных мест и совмещать их воедино. Трудно сказать, что придет на смену трехзвенной модели облачных вычислений, но аналитики Gartner считают, что в конечном счете облачные вычисления приведут к концепции «Все как Услуга» (Everething as a Service), например: Вычисления как Сервис (Compute aaS), Память как Сервис (Storage aaS), Данные как Сервис (Data aaS), База данных как услуга (Data base aaS) и т.д. (см. рисунок 1).

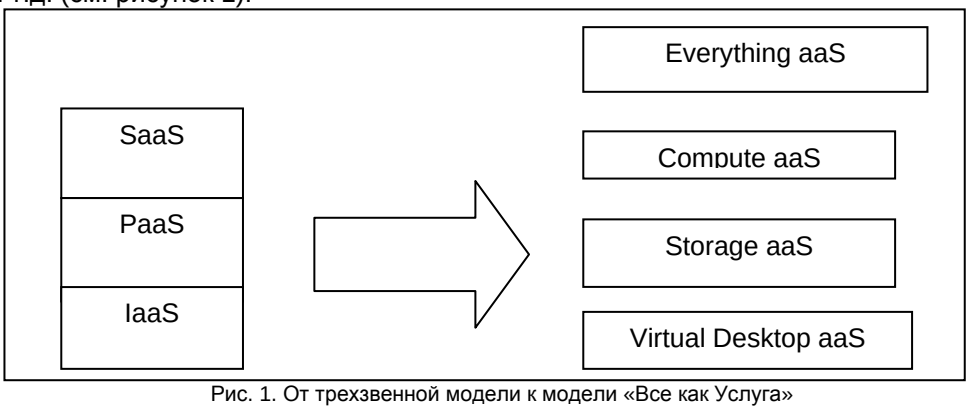


Рис. 1. От трехзвенной модели к модели «Все как Услуга»

Это заставляет задуматься о переходе к конкретным предложениям и реализациям SaaS-решений в различных сферах деятельности, т.е. «облака» имеют тенденцию быстрого расширения, объединения различных корпоративных облаков и т.д. Здесь и возникает проблема быстрого и релевантного поиска данных и сервисов. Онтологическое описание позволит автоматически строить структуру и таксономию данных и сервисов в вычислительных облаках [4]. Основными компонентами онтологии являются: «классы или понятия», «отношения», «функции», «аксиомы» [5].

При разработке онтологического описания в облачных вычислениях необходимо, чтобы выполнялись следующие требования:

– ясность – онтология должна однозначно выражать значения терминов;
– непротиворечивость – онтологии должны быть непротиворечивы;
– расширяемость – необходимость учета расширения содержимого облака;
– минимизация онтологических соглашений;

– достаточность для решения требуемых задач.

В соответствии с требованиями и типами онтологического описания SaaS (Software as a Service) на рисунке 2 приведены три основных слоя (типа) онтологии и компонент программного обеспечения, которые требуют подробного онтологического описания в соответствии с вышеуказанными требованиями.

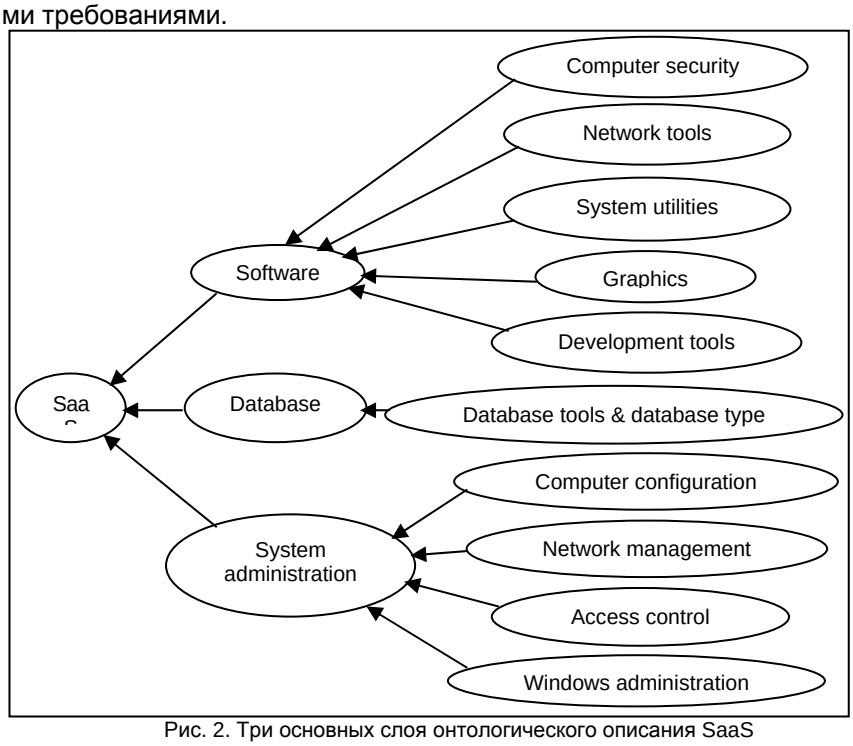


Рис. 2. Три основных слоя онтологического описания SaaS

Для остальных сервисов таких, как PaaS, IaaS, Compute as a Service, Storage as a Service и д.т. также необходимо онтологическое описание компонент и таксономии, что приведет к требуемому, релевантному «виртуальному облаку», состоящему из разных компонентов различных провайдеров вычислительных облаков.

2. Стандартизация в облачных вычислениях

Стандартизация в сфере облачных вычислений даст возможность избежать неопределенности и неразберихи. Стандартизация позволит договориться об общей терминологии, определить те технологии, использование которых обязательно для создания совместных решений, поставить поставщиков в определенные рамки, что важно и для безопасности в этой сфере. Начальный этап стандартизации уже пройден. Но, тем не менее, целый ряд организаций продолжает вести разработку облачных стандартов. В таблице 1 приведен список организаций и область деятельности в сфере выработки облачных стандартов.

«Облачные» службы обеспечиваются отдельными действующими компаниями и имеют очень небольшую функциональную совместимость. Чтобы создать и защитить функциональную совместимость, необходимо создать международные стандарты, которые улучшают мобильность приложения, включающую размещению ресурса между провайдерами «облачной» службы.

Таблица 1.

Организации и область их деятельности в сфере стандартизации

Организация	Область деятельности
ISO/IEC JTC/SC 27 & Cloud Security Alliance	Стандарты в сфере облачной безопасности
Cloud Standards Customer Council	Разработка облачных стандартов, отражающих интересы пользователей облачных вычислений
Distributed Management Task Force (DTMF)	Стандарты управления корпоративными и облачными вычислениями
IEEE	Стандарты в области интероперабельности и практического внедрения облачных систем
OASIS	Актуализация стандартов WS, SAML, XACML, KMIP
Open Cloud Consortium (OCC)	Разработка стандартов в сфере облачных вычислений и их совместимости
Рабочая группа по облачным вычислениям в составе Open Group	Стандартизованные модели, позволяющие избежать зависимости от поставщика

Наиболее серьезная инициатива в области стандартизации облачных вычислений проявлена международной организацией IEEE в области перечня стандартов и спецификаций, необходимых для

создания совместных облачных систем, а также базовые сведения и рекомендации по обеспечению интероперабельности и переносимости в облачных вычислениях.

Наиболее серьезная инициатива в области стандартизации облачных вычислений проявлена международной организацией IEEE в области перечня стандартов и спецификаций, необходимых для создания совместных облачных систем, а также базовые сведения и рекомендации по обеспечению интероперабельности и переносимости в облачных вычислениях.

3. Типы облачных вычислений

Когда говорят об облачных вычислениях, прежде всего имеют ввиду публичные облака (public cloud), которые имеют неоспоримые преимущества (по крайней мере для бизнеса, научных исследований и т.д.). Публичные облачные вычисления имеют ряд безусловных преимуществ: прежде всего экономические – пользователь оплачивает только реальное использованное время, ресурсы, сервисы. Нет необходимости приобретать лицензии на программное обеспечение, организацию и обслуживание собственных серверов, нанимать опытных администраторов и т.д. Тем не менее, публичные облака имеют и недостатки: ряд пользователей, обрабатывающих сугубо приватные данные (финансовые, медицинские, государственные и т.п.), которые обрабатываются и хранятся в публичном облаке, могут опасаться за их целостность, утечку информации, нарушение конфиденциальности [6].

Другой тип облаков – частное (или корпоративное) вычислительное облако, при этом все данные и приложения пользователя остаются внутри организации. Недостатком может быть то, что только крупные компании могут себе позволить организацию частного вычислительного облака, поскольку инфраструктура может быть достаточно дорогой и требовать высоко квалифицированных администраторов.

Третий тип – гибридные облака, которые представляют собой такое внедрение облачных вычислений, при котором часть системы размещается в публичном облаке, т.е. на базе дата центров облачного провайдера, часть – в частном облаке, т.е. на серверах самой компании. По сути , гибридное облако не является самостоятельным типом облачных вычислений, а лишь указывает на тесную интеграцию публичных и частных облачных систем [6].

Такая интеграция возможна при вынесении системы резервного копирования в публичное облако или наоборот – при осуществлении резервного копирования данных из публичного на локальные северы. Другой вариант использования гибридного облака предполагает установку приложений на внутренних серверах компании с арендой дополнительных мощностей в публичном облаке стороннего поставщика на случай повышения нагрузки.

Гибридная модель позволяет избежать неприятных для любой компании проблем: те приложения или часть систем, которые не могут быть вынесены в публичное облако в силу законодательных или иных ограничений, останутся во внутренней сети. Гибридные облака позволяют избежать проблем, связанных с потерей контроля над ключевыми данными: эти данные останутся во внутренней сети компании. Если эти данные и будут передаваться на обработку в публичное облако, то только в таком виде, который не создаст угроз для утечки конфиденциальной информации. Гибридная модель позволяет заказчикам интегрировать публичные сервисы от разных поставщиков, наиболее подходящие в тех или иных специфических ситуациях.

Заключение

Облачные вычисления – это способ обеспечения удобного и сетевого доступа к разделяемому пулу реконфигурируемых вычислительных ресурсов (например, сетям, серверам, устройствам памяти, приложениям и услугам), которые могут быть быстро подобраны и предоставлены с минимальными усилиями на взаимодействие с поставщиком услуг. Облачная модель должна обеспечивать высокую степень готовности и безопасности вычислительных ресурсов в облаке. Высокая готовность или доступность ресурсов (данных и сервисов) вступает в некоторое противоречие. Разрешить эту проблему можно онтологическим описанием доступа к данным и сервисам (доступность). Стандартизация в облачных вычислениях также должна привести к преодолению некоторой неразберихи в этой области. Здесь исследовалась доступность в части программного-обеспечения-как-сервис (SaaS, хотя онтологическое описание для PaaS и IaaS будет полезно и необходимо и для доступности облачных сервисов

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hewitt C. ORGs for Scalable, Robust, Privacy-Friendly Client Cloud Computing // IEEE Internet Computing, 2008, vol.12, no. 5, p. 96–99.
2. Gruberg T.R. Towards principals for the design of ontology's used for knowledge sharing. International Journal of Human – Computer Studies, 43 (5–6): 907–928, 1995.
3. Takahashi T. Ontological Approach toward Cyber security in Cloud Computing. Proceedings of Third International Conference on Security of Information and Networks (SIN2010), pp 100–109, 2010.
4. Афанасьев С.В. Мета моделирование оптимизации таксономии и безопасности в облачных вычислениях. Информационно-измерительные и управляющие системы. №11. С. 31–34. 2011.
5. Радаев А. Облачные вычисления: реалии и ожидания. URL: http://www.cnews.ru/reviews/ppt/24_11_2010/cloud_radaev.ppt
6. Облачные сервисы. Под ред.Е. Гребнева – М.: CNews, 2011, 287с.

Баранов С.Н., Юсупов Р.М.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ЕДИНЫЙ КАРКАС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ И СЕРТИФИКАЦИЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Введение

Рассматривается проблема разумной стандартизации процесса разработки программного обеспечения (ПО) и сбора данных для его сертификации. Цель – создание единой технологической цепочки, реализующей надежное и эффективное управление программным проектом с возможностью сертификации получаемого программного продукта и разработчиков по известным стандартам. В предлагаемом подходе особенный упор делается на оптимальное сочетание уже существующих инструментальных средств с дополнительно разрабатываемыми интерфейсами и специализированными программными компонентами.

1. Цели и задачи каркаса

В статье рассматривается проект СПИИРАН по созданию единого каркаса для управления разработкой программного обеспечения и сбора данных для его сертификации. В последнее время вопросы сертификации ПО встают особенно остро и не могут решаться изолированно от рассмотрения всего процесса разработки такого сложного продукта, как ПО. Накопленный в СПИИРАН опыт по научному осмыслению технологии программирования, сертификации разработчиков на определенный уровень зрелости по моделям CMM/CMMI и его востребованность в индустрии разработки ПО позволили нам подготовить этот доклад.

Главная цель данной инициативы – это, прежде всего, повышение качества и предсказуемости разрабатываемого программного обеспечения до лучшего в своем классе. Не секрет, что очень часто при работе ПО выявляются скрытые дефекты, которые могут привести и часто приводят к очень серьезным потерям. Такое ПО совершенно недопустимо к эксплуатации в системах, так или иначе могущих оказать отрицательное воздействие на жизнь и здоровье людей, окружающую среду или собственность.

Те или иные дефекты ПО (то есть, наблюдаемые отклонения его поведения от ожидаемого по спецификации), как правило, имеют своей причиной те или иные ошибки в программном коде, совершенные программистами при разработке программ. Поэтому вторая цель – обеспечить соответствие процессов разработки и сертификации программных средств установленным стандартам. Безусловное следование установленным и апробированным научным сообществом и практикой технологическим процессам существенно снижает риск того, что сделанная в коде ошибка «проскользнет незамеченной» через последующие этапы разработки, включая тестирование и приемо-сдаточные испытания, и останется в коде, проявив себя впоследствии как соответствующий дефект ПО.

Объективное отслеживание корректности процесса разработки и его соответствия принятым стандартам и лучшим практикам невозможны без постоянного снятия объективных метрических данных с этого процесса и их анализа. Однако сам этот процесс «метрического сопровождения» разработки требует определенных ресурсов. Поэтому еще одна цель каркаса – снизить трудозатраты на сбор и анализ процессных метрик до 4% от общего объема трудозатрат на разработку ПО за счет максимальной автоматизации этих процессов. Упомянутые 4% – это на сегодняшний день очень хороший показатель для так называемых «затрат на обеспечение качества», которого стоит добиваться.

При постоянном метрическом контроле процесса разработки ПО открывается возможность встроить в него его постоянное совершенствование, контролируемое на основе объективных метрических данных, что является еще одной нашей целью.

Из сформулированных целей естественным образом вытекают следующие три практические задачи, подлежащие исполнению в рамках данной инициативы.

1. Разработать прототип инструментального каркаса для распределенной разработки ПО с возможностью его адаптации под конкретные процессы, отвечающий целям проекта. При этом важно в максимальной степени использовать уже существующие программные наработки и инструментальные компоненты, апробированные в научном сообществе и индустрии разработки программных средств.
2. Разработать типовое наполнение этого каркаса для ряда предметных областей, примерами которых являются технологическое средство автоматизированной генерации специального программного обеспечения для систем реального времени (ТСАГ СПО), разрабатываемое НИИСИ РАН с привлечением СПИИРАН к разработке ее графического интерфейса, и разработка бортового ПО для авиации, которая ведется в Санкт-Петербургском государственном университете аэрокосмического приборостроения по специальным заказам и к которой привлекается СПИИРАН в рамках недавно созданного научно-образовательного центра СПИИРАН–ГУАП.

3. Провести на прототипе каркаса экспериментальные разработки для ряда проектов, где требуется государственная сертификация программного обеспечения, получить и проанализировать метрические данные по его применению.

2. Имеющийся опыт

Вопросы сертификации процессов разработки ПО, разработчиков и самих продуктов поднимались уже давно. В начале 80-х годов в США был создан Институт технологии программирования с задачей – выяснить, почему программные проекты, которые делаются по заказам Правительства США, либо не выполняются вообще, либо выполняются, но с огромным отставанием по срокам и, как правило, с бюджетом, существенно превышающим первоначальный. В 1986 году Институт опубликовал первый вариант своей модели зрелости способностей CMM для разработчиков ПО, которая с тех пор прошла ряд усовершенствований и уточнений и следование которой стало обязательным для участников конкурсов на исполнение заказов Правительства на разработку ПО. В настоящее время эта модель известна как CMM/CMMI.

Еще в 1996 году подразделение на базе СПИИРАН, созданное для разработки ПО по заказам корпорации Моторола, сумело поставить у себя такой процесс и получить официальную сертификацию на 3-й уровень зрелости CMM, что было первым подобным событием в РФ. Впоследствии и другие разработчики ПО в нашей стране проходили подобную сертификацию вплоть до высшего 5-го уровня CMM/CMMI.

На эти же вопросы качества и сертификации ПО нацелены известные семейства стандартов международных ISO 9000 и соответствующие им отечественные стандарты ГОСТ Р ИСО 9000–2008. Аналогично ISO, рекомендательные стандарты для процесса разработки ПО разрабатывал IEEE. В авиации руководящими документами по сертификации программного обеспечения являются стандарты DO–178 для США и Канады и аналогичные им ED–12 для Европейского Союза, а для нашей страны – КТ–178В (издания 2002 г.), являющиеся их точными переводами.

3. Сертификация ПО на примере бортового ПО для авиации

Для примера кратко рассмотрим процесс сертификации бортового ПО в авиации. В соответствии с упомянутыми стандартами DO–178, ПО сертифицируется не само по себе, а в составе полной системы воздушного судна и только с точки зрения ее безопасности для людей, окружающей среды и материальных ценностей. Каждому самостоятельному компоненту ПО присваивается уровень A, B, C, D или E, в зависимости от того воздействия на безопасность всей системы, какую может оказать данный компонент ПО в случае своего отказа или иного дефекта. Различают пять уровней ПО: катастрофический, аварийный, значительный, незначительный или без влияния на безопасность. Если анализ определения безопасности системы показывает, что аномальное поведение данного компонента ПО вызовет отказ какой-либо функции воздушного судна, приводящий к отказному состоянию одного из перечисленных типов в данном воздушном судне, или станет одной из причин такого отказа, то данному компоненту ПО присваивается именно этот уровень.

В жизненном цикле разработки системы воздушного судна стандарт рассматривает только процессы, связанные с определением ее безопасности, и соотносит с ними процессы жизненного цикла по разработке соответствующих компонентов бортового ПО. Эти процессы не определяются, а только называются на достаточно высоком уровне абстракции: планирование, разработка и обеспечение целостности. Их конкретное наполнение задается разработчиками в соответствии с установленным в данной организации процессом.

Между процессами определены критерии перехода, которые должны выполняться для того, чтобы разработка могла перейти от одного шага в заданной технологической цепочке к следующей. Примерами таких критериев являются: «Обзор процесса верификации ПО совершен» или «Анализ отслеживаемости для входных данных завершен».

Для всех процессов жизненного цикла определен ряд целей, достижение которых проверяется либо самими разработчиками, либо независимыми от них проверяющими лицами или структурами. Например, для ПО уровня A определено 66 таких целей. Примеры целей:

- определена модель жизненного цикла ПО со всеми взаимозависимостями между процессами, их порядком, механизмами обратной связи и критериями переходов;
- определены стандарты разработки ПО, согласующиеся с системными целями по безопасности создаваемого ПО;
- программная архитектура и низкоуровневые требования разработаны исходя из высокоуровневых требований.

Достижение сформулированных целей проверяется по соответствующей документации, которая создается в процессе разработки ПО, путем сравнения зафиксированных там метрических данных с ожидаемыми значениями. В индустрии ПО известно свыше 500 различных процессных метрик, тогда как в отдельных проектах по разработке ПО, как правило, используется только несколько десятков из них. Вот примеры таких метрик:

- процент прохождения тестов из тестового набора;

– плотность выявленных дефектов (обычно, на 1 тыс. строк кода);
– точность планирования (% отклонения фактических данных от плана).

Эти данные накапливаются в базе данных проекта и предоставляются участникам разработки и сертифицирующим органам в удобном для восприятия виде. На этом слайде показан пример еженедельного отчета о состоянии тестирования в проекте в форме S-кривых, показывающих ход обнаружения и закрытия дефектов с течением времени.

4. Структура каркаса

Процессы жизненного цикла, определяемые в соответствии с указанными выше стандартами, вполне укладываются в известную модель процессов ISO 9001. Результатом надлежащего исполнения этих процессов является как сам программный продукт, создаваемый разработчиками из исходных требований, так и документ органа сертификации, подтверждающий соответствие данного ПО установленным требованиям и стандартам. Существенным аспектом в этой схеме является объективное удовлетворение заказчика и пользователей, которое достигается на базе регулярных измерений, анализа и улучшений всех технологических процессов в разработке ПО.

Каркас строится на базе клиент-серверной архитектуры, позволяющей управлять как единоместной, так и распределенной разработкой программ в сети. В каркас включаются уже готовые программные компоненты, как то: типовые решения и конструкторы для задач сбора и анализа требований, управления временем, конфигурационного управления и сборки, обеспечения качества (отслеживание, исправление и предотвращение ошибок и дефектов), составления регулярной отчетности о ходе проекта и других необходимых деятельностей по созданию ПО.

Специализированный компонент каркаса осуществляет автоматизированный сбор и анализ необходимых метрических данных для последующей сертификации разработчиков ПО с их процессами разработки. Другой специализированный компонент осуществляет оперативный автоматизированный расчет оценок по трудоемкости, сроков и стоимостных характеристик программного проекта, а также связанных с ним рисков на основе накопленной базы метрических данных по аналогичным разработкам и текущей «базовой линии» в данном сообществе разработчиков. Этот компонент содержит проработанные шаблоны и вопросники для определения типичных рисков и выработки мер по их снижению в нескольких распространенных классификациях программных рисков. Предусмотрены и другие специализированные компоненты с возможностью расширения их номенклатуры и программной реализации (рисунок).

Рис. 1. архитектура каркаса

5. Функции каркаса

Основные функции каркаса состоят в ведении учетной деятельности на всех стадиях проекта и контроля соответствия процесса разработки выбранной модели. Это включает обеспечение необходимой коммуникации между участниками, безопасное хранение исходных кодов проекта и всех его рабочих продуктов с учетом их версий и взаимозависимостей, управление технической документацией по проекту, автоматизацию сбора и анализа метрик проекта, ведение исторической базы данных проекта с накоплением информации о дефектах (ошибках), выявленных причин их возникновения (системных и частных) и их устранении.

6. Используемые готовые компоненты и «добавленная ценность» каркаса

Имеется много реализаций отдельных функций каркаса в том или ином виде, включая свободно распространяемое ПО. Многие из них могут быть повторно использованы, тем самым сокращая

затраты на его создание и дальнейшее сопровождение. На слайде приведены названия некоторых из таких привлекаемых программных компонентов.

Собственно «добавленную стоимость» данного каркаса составляет наполнение баз данных для типовых решений в конкретных предметных областях, а также реализация «обвязки каркаса», позволяющая использовать в нем уже привлекаемые компоненты.

Таким образом, отличительными особенностями данного решения являются:

– целостный охват всего процесса разработки с встроенным контролем соответствия процессов и рабочих продуктов разработки заданным стандартам;

– нацеленность процесса разработки программного продукта как на исполнителя, так и на заказчика и орган сертификации с непрерывным совершенствованием всего процесса;

– использование единой метрической базы данных по разработчикам и уже выполненным программным проектам с автоматизированным сбором метрических данных по разработкам для объективной сертификации разработчика и продукта.

7. Планы на ближайшее будущее

В течение данного года СПИИРАН планирует разработать и обосновать спецификацию требований к такому каркасу и его программную архитектуру, минимальный набор шаблонов и профилей рабочих продуктов, создаваемых в процессе разработки по различным моделям жизненного цикла, необходимое методическое сопровождение, прототип метрической базы данных с основными процессными метриками и возможностью расширения их набора, а также 1–2 типовых решения для сквозного управления разработкой ПО.

Нашими партнерами здесь предполагаются НИИСИ РАН и ГУАП, проявившие заинтересованность к сотрудничеству. СПИИРАН также подал заявку на грант РФФИ для поддержки исследовательской части этой инициативы.

Публикации СПИИРАН по данной теме только за предыдущий год насчитывают шесть наименований, что говорит о наличии задела и хороших перспективах данного исследования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров В.В., Шкиртиль В.И. Составное блокирование взаимосвязанных задач в системах на многоядерных процессорах. // Известия ВУЗов, Приборостроение – 2012, №1. С.25–31.

2. Никифоров В.В., Шкиртиль В.И. Защита целостности данных в распределенных системах реального времени. // Материалы конференции «Информационная безопасность регионов России» (ИБРР–2009). // СПб: СПОИСУ. 2012. С. 119–125

3. Baranov S., Kotlyarov V., Weigert Th. Verifiable Coverage Criteria for Automated Testing. // Lecture Notes in Computer Science, 2012, vol.7083/2012, p.79–89.

4. Баранов С.Н., Домарацкий А.Н., Ласточкин Н.К., Морозов В.П. Процесс разработки программных изделий.// Наука – Физматлит. М.: 2000. 176 с.

5. Баранов С.Н., Шишкин В.М. Современные тенденции индустрии разработки программных продуктов. // Информационно-измерительные и управляющие системы. Т.10, №5. 2012. С.24–32.

6. Баранов С.Н. Проект единого каркаса для разработки приложений для национальной программной платформы в среде свободно распространяемого программного обеспечения. // Региональная информатика (РИ–2012). Юбилейная XIII Санкт-Петербургская международная конференция "Региональная информатика" (РИ–2012). // Материалы конференции. \ СПОИСУ. СПб, 2012. С.30

7. Baranov S., Kotlyarov V. A Formal Application Model for Code and Test Generation. // Automatic Control and Computer Sciences, 2012, vol.46, no.7, p.371–378.

8. Юсупов Р.М., Заболотский В.П. Концептуальные и научно-методологические основы информатизации. // Наука, СПб, 2009. 544 с.

Бурсиан Е.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ТАБЛИЦ

Введение

Во многих сферах человеческой деятельности является актуальной задача автоматического чтения рукописных таблиц, графических знаков, схем и чертежей. Необходимость решать вопросы, связанные с автоматическим распознаванием таблиц, возникает при автоматической обработке документов, переводе их на электронный носитель информации и создании баз данных на основе этих документов [1]. В настоящее время наибольший интерес данная задача приобретает при компьютерной обработке отсканированных бланков и документов, заполненных вручную на бумажном носителе при сборе информации для системного анализа либо тестировании [1,2,3].

Качество изображения таблиц не всегда бывает высоким вследствие различных помех. Изображение может содержать случайные неинформативные объекты, и в отдельных областях являться фрагментированным. Таким образом, задача предварительной обработки изображения является также актуальной.

При распознавании изображения заполненных бланков и тестов значительная роль отводится распознаванию таблиц, так как в этих случаях без надёжного определения таблиц невозможно распознать структуру документа в целом. При этом в некоторых случаях изображение таблицы является нечётким, возможно вследствие многократного копирования бланков и тестов. Таким

образом, важнейшей задачей является распознавание таблиц, так как правильное распознавание общей структуры документа позволяет дать верную интерпретацию распознанному тексту, отдельным символам и схемам.

Для создания комплекса программ обработки информации, содержащейся в таблицах, необходимо построить модель процесса автоматического распознавания таблиц и рукописных символов, схем и специальных знаков, содержащихся в таблицах. При этом необходимо предусмотреть обработку нечётко прорисованных областей, зачёркнутых символов или, имеющих особенности вследствие использования нестандартных пишущих инструментов. В качестве дополнительного источника информации при распознавании символов следует рассматривать параметры распознанной таблицы, специальные знаки и неоднократно повторяющиеся элементы изображения. Данная работа относится к области исследования задач распознавания текста, интенсивно развивающейся в настоящее время. Имеется значительное количество работ, относящихся к общей теории распознавания или имеющих прикладное значение.

Наиболее известными российскими исследованиями в области общей теории распознавания являются работы Ю.И. Журавлёва, В.В. Рязанова, О.В. Сенько, Е.В. Дюковой, В.Л. Матросова [1]. К важнейшим прикладным исследованиям относятся работы Н.Д. Горского, Л.М. Местецкого, Я.А. Фурмана [2]. Специальным задачам оперирования железнодорожной документацией и видеоизображений посвящены работы М.Н. Василенко, А.Б. Погребняка, В.А. Царёва. К основным иностранным исследованиям по анализу и обработке изображений относятся работы R.C. Gonzalez, T.Y. Zhang, C.Y. Suen, H. Blum, R.O. Duda, P.E. Hart [4,5,6].

На основе теоретических методов распознавания образов были созданы комплексы программ распознавания текста, в частности: ABBYY FineReader, ABBYY FormReader, CuneiForm, OmnPage, ReadirisPro. Применение рассматриваемых комплексов программ к обработке отсканированных листов специализированной железнодорожной документации и заполненных вручную бланков во многих случаях оказывается недостаточно эффективным, так как часть документов подвергалась многократному копированию и имеет специальные системы знаков и обозначений.

1. Постановка задачи

Для создания комплекса программ обработки информации, содержащейся в таблицах, необходимо:

– построить модель процесса автоматической обработки отсканированного изображения документов, содержащих специализированные таблицы, заполненные вручную и имеющие специальные системы знаков и обозначений. На основе построенной модели разработать алгоритм обработки изображения, состоящего из специализированных таблиц и дополнительной внетабличной информации, имеющей второстепенное значение. При этом необходимо предполагать, что изображение таблицы может иметь посторонние неинформативные элементы, появившиеся из-за невысокого качества изображения:

– разработать экспериментальные программные средства распознавания и последующей обработки специализированных таблиц заполненных вручную. При этом предполагается, что указанные программные средства должны иметь функции предварительной обработки изображения для устранения посторонних неинформативных элементов и исправления искривлений и прерываний линий таблиц.

Модель процесса распознавания и разработанный на её основе комплекс программ обработки таблиц должны соответствовать характерным свойствам структуры распознаваемого изображения, содержащего специальные схемы, знаки и несущественную внетабличную информацию. Следует также учитывать, что при проектировании процесса распознавания таблиц необходимо решать задачи идентификации линий специальных схем и линий таблиц.

2. Модель процесса предварительной обработки изображения, содержащего нечётко прорисованные таблицы и схемы

На первом этапе предварительной обработки изображения предлагается осуществлять анализ качества изображения с помощью первоначального распознавания символов, линий таблиц и схем. Далее все рассуждения проводятся в предположении, что на каждом этапе обработки полутонового изображения доступно двуцветное изображение, полученное одним из известных методов бинаризации [2]. При этом проведена предварительная сегментация: на основе понятия 4-смежности и 8-смежности на изображении выделены компоненты связности [2].

Первоначальное распознавание символов осуществляется с помощью обработки компонент связности легко реализуемыми быстрыми алгоритмами на базе «топологического утончения фигуры» [3,4] с последующим применением статистического алгоритма распознавания на основе метода k – ближайших соседей [1]. При данном подходе на начальном этапе вероятность распознавания отдельных символов рукописного текста низкого качества невысокая. При этом отдельные символы и отрезки прямых будут распознаны и статистические характеристики компонент

связности, представляющих данные объекты, будут использованы на следующих этапах распознавания.

В качестве примера первоначальной обработки изображения рассматривается распознавание результатов теста «Поиск минимального пути в графе» для студентов [7]. На рисунках 1 и 2 представлены изображения фрагментов теста: нагруженного графа, в котором следует произвести поиск кратчайшего пути между вершинами 6 и 3 (рисунок 1) и таблицы индексов (рисунок 2), заполняемой обучаемыми.

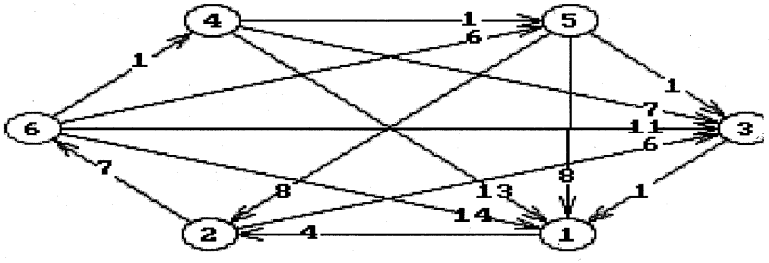


Рис 1. Нагруженный граф

	x^0	x^1	x^2	x^3	x^4	x^5
1	∞	14	12	10 8	4	4
2	∞	∞	11	10	10	8
3	∞	11	7	3	3	3
4	∞	1	1	1	1	1
5	∞	6	2	2	2	2
6	0	0	0	0	0	0

Рис 2. Таблица индексов

Рисунок 3 представляет собой результат первоначального распознавания изображения таблицы индексов, выполненного вышеуказанными быстрыми алгоритмами.

	1	12		4	4
			0		8
	11	7			3
	1	1	1		
0	6		2		2
0	0	0	0	0	0

Рис 3. Результат предварительного распознавания таблицы индексов

При этом следует заметить, что в реальных ситуациях автоматической обработки тестов, как и в рассматриваемом примере, на одном изображении встречаются выборки символов с различными статистическими характеристиками. В примере на рисунке 1 «Нагруженный граф» – печатные символы, «Таблица индексов» – рукописные.

На этапе предварительной обработки строится начальная база данных образцов символов, составленная из векторов информативных признаков распознанных символов документа. При этом вычисляются статические характеристики толщины линий, размеров прямоугольника расположения символов и высоты и ширины ячеек таблиц: выборочные математическое ожидание, дисперсия и выборочная плотность. На этом же этапе определяются статистические характеристики расстояний вежду буквами и координат расположения строк.

Дополнительной характеристикой качества изображения является массив частот пикселей нераспознанных объектов в ячейках таблицы.

$$\nu(i) = \frac{n_1(i)}{n(i)},\ i = \overline{1, M}\ , \qquad (1)$$

где M – количество ячеек таблицы, $n(i), n_1(i)$ – количества пикселей в ячейках таблицы всего и нераспознанных объектов соответственно.

При значениях частот менее пороговой величины шаг дополнительной предварительной обработки опускается. В противном случае для каждого из нераспознанных объектов для выборочной функции распределения толщины линии производится проверка неизменности распределения вероятностей. Если в результате проверки будет принята гипотеза о неизменности распределения толщины линии в заданных ячейках, то необходимо произвести дополнительную обработку ячеек таблицы с помощью вейвлет-преобразования или преобразования Фурье всей таблицы.

Задачу предварительной обработки предлагается решать с помощью низкочастотной и полосовой фильтрации многоградационного или бинарного изображения. При этом предполагается, что элементы матрицы

$$\mathbf{X} = [x_{ij}],\ i = \overline{1,H},\ \ j = \overline{1,W} \quad (2)$$

определяют значения яркости пикселей изображения в формате RGB или нули и единицы для бинарного изображения. Указанная матрица раскладывается по системе ортогональных функций, соответствующих строкам матрицы $\mathbf{F}$, где $\mathbf{F}$ – унитарная матрица, $\mathbf{F}^{-1}$ – матрица обратного преобразования.

Если $\mathbf{Y}$ – Фурье-образ, то верны формулы:

$$\mathbf{F} : \mathbf{X} \to \mathbf{Y}, \quad (3)$$

$$\mathbf{Y} = \mathbf{F}_{(H)}\mathbf{X}\mathbf{F}^{T}_{(w)},\ \mathbf{X} = \mathbf{F}^{-1}_{(H)}\mathbf{Y}(\mathbf{F}^{-1}_{(w)})^{T}. \quad (4)$$

Нижний индекс в скобках – размерность матриц прямого и обратного преобразований. При низкочастотной или полосовой фильтрации производится понижение амплитуд.

$$\mathbf{Y} \to \mathbf{Y}_1. \quad (5)$$

Далее осуществляется обратное преобразование

$$\mathbf{X}_1 = \mathbf{F}^{-1}_{(H)}\mathbf{Y}_1(\mathbf{F}^{-1}_{(w)})^{T}. \quad (6)$$

В качестве системы ортогональных функций указываются функции комплексного дискретного преобразования Фурье с матрицами

$$\mathbf{F}_{(m)} = \frac{1}{\sqrt{m}}\left[\exp\left(\frac{2\pi ikl}{m}\right)\right]_{k=0,l=0}^{k=m-1,l=m-1}, \quad (7)$$

$$\mathbf{F}^{-1}_{(m)} = \frac{1}{\sqrt{m}}\left[\exp\left(-\frac{2\pi ikl}{m}\right)\right]_{k=0,l=0}^{k=m-1,l=m-1}. \quad (8)$$

Функции дискретного косинус-преобразования Фурье также выбираются в качестве системы ортогональных функций [8].

В численных экспериментах применяются алгоритмы быстрых преобразований, в частности метод Кули–Тьюки с указанным временем работы [8].

$$T = O(mn(\ln m + \ln n)), \quad (9)$$

где m и n линейные размеры матриц градаций яркости изображения пикселей изображения.

3. Сегментация изображения и построение скелетных представлений для сегментированных областей

После этапа предварительной обработки осуществляется повторная сегментация изображения. При этом учитывается, что после низкочастотной фильтрации границы областей стали более плавными. Сегментация производится на основе понятия связности в пространстве, состоящего из точек евклидовой плоскости с целочисленными координатами [2]. При этом множество точек в рассматриваемом пространстве считается областью, если граф, множество вершин которого состоит из точек указанного множества, и вершины соединены ребром тогда и только тогда, когда расстояние между ними равно единице, является связным графом.

Каждая область считается сегментом изображения. Относительно каждого сегмента выдвигаются и проверяются гипотезы о принадлежности к линиям таблиц, символам или неинформативным элементам, относящимся к шумам. Распознавание таблиц осуществляется методом идентификации горизонтальных и вертикальных линий с применением алгоритма скелетизации линий [2]. Результатом алгоритма сегментации изображения и идентификации таблиц является система, областей, относительно каждой из которых выдвигаются гипотезы о принадлежности её классу одного из известных символов.

Информативные признаки классов символов считаются созданными на основе обучающей выборки и находятся в базе данных. В процессе распознавания начальная база данных, построенная на основе обучающей выборки, достраивается при получении новой информации.

На следующем этапе для каждой сегментированной области, кроме таблиц, производится построение её скелета на основе определения скелета в евклидовом пространстве [2,5].

Скелетом замкнутой ограниченной области на плоскости называется множество точек, являющихся центрами замкнутых кругов, удовлетворяющих следующим двум условиям.

1. Условие принадлежности: замкнутые круги принадлежат рассматриваемой области

$$(C_{x_0}(r) \subset D). \quad (10)$$

2. Условие максимальности: замкнутые круги не содержатся внутри других замкнутых кругов, принадлежащих области

$$(\bar{\exists} C_{x_1}(r_1) \subset D : C_{x_0}(r) \subset C_{x_1}(r_1), \quad C_{x_1}(r_1) \neq C_{x_0}(r)). \quad (11)$$

Для решения практических задач применяются различные алгоритмы построения скелетов: быстрые алгоритмы вычисления скелетов для многоугольников, волновые алгоритмы, алгоритмы утончения [2,6].

В качестве примера рассмотрим первую строку второго и третьего столбца «Таблицы индексов» на рисунке 2. На рисунке 4 представлены скелеты данных символов, полученные с помощью волнового алгоритма методом распространения волн от границ скелетизируемой области [2,6].

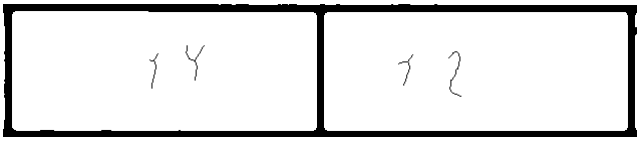


Рис. 4. Скелеты символов фрагмента таблицы

По скелетным представлениям распознаваемых областей с помощью алгоритма аппроксимации строятся нагруженные графы.

На рисунке 5 представлены скелетные графы символов первой строки с первого по третий столбца «Таблицы индексов» рисунка 2.

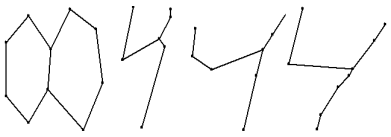


Рис. 5. Скелетные графы верхней строки

4. Проверка гипотез о принадлежности областей классам символов

Сравнение распознаваемых символов осуществляется только с эталонными символами из базы данных, скелетные графы которых являются гомеоморфными скелетным графам распознаваемых символов [5]. Ветви скелетных графов упорядочиваются таким образом, чтобы соответствующие ветви гомеоморфных графов имели одинаковые номера. Предполагается, что признаковые пространства строятся таким образом, чтобы размерности признаковых пространств были равны для классов гомеоморфных графов.

Над координатами вершин всех полученных графов производятся аффинные преобразования, с целью стандартизации прямоугольников, ограничивающих графы. С целью создания наборов информативных характеристик на каждой ветви скелетного графа выбирается определённое количество точек, являющееся параметром алгоритма, и в них вычисляются характеристики ломаных, представляющих ветви графов, (координаты вершин скелетных графов, углы наклона ребер, значения кривизны).

При моделировании процесса распознавания символов предполагается, что сравнение скелетных графов распознаваемых и эталонных символов происходит в случайно выбранных точках ветвей скелетных графов, что осуществляется с помощью многократно повторяющейся процедуры случайного выбора номера информативной характеристики.

В предположении, что случайный выбор номера информативной характеристики осуществляется с помощью моделирования дискретной случайной величины с равномерным распределением, характеристикой близости скелетных графов является комплексный коэффициент корреляции между случайными величинами, равными информативным характеристикам скелетных графов распознаваемых и эталонных символов соответственно [9]. При этом гипотеза о принадлежности распознаваемого изображения классу данного эталонного символа не отвергается, если выполняется неравенство

$$\left| r(\xi_i, \eta) \right| \geq 0.9 , \quad (12)$$

где

$$r(\xi_i, \eta) = \frac{\sum_{l=1}^{m} (x_{il} - M(x_i))\overline{(y_{kl} - M(y_k))}}{\sqrt{\sum_{l=1}^{m} \left| (x_{il} - M(x_i)) \right|^2} \sqrt{\sum_{l=1}^{m} \left| (y_{kl} - M(y_k) \right|^2}}, \quad (13)$$

$$M(x_i) = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^{m} x_{il} , \quad M(y_k) = \frac{1}{m} \sum_{l=1}^{m} y_{kl} , \quad (14)$$

где x_{il}, y_{kl} – информативные характеристики с номером l сегментированной области D_i и эталонного символа класса k ($k = \overline{1, K}$, K – количество различных классов эталонных символов).

Заключение

Предлагаемая модель процесса распознавания таблиц позволяет создавать комплексы программ обработки специализированных рукописных документов. При этом таблицы могут содержать специальные знаки. Численные эксперименты показывают, что исследование качества изображения, предварительное распознавание символов, дополнительная обработка изображений невысокого качества позволяют увеличить вероятность распознавания отдельных символов до 0.9–0.95.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев Ю.И., Рязанов В.В., Сенько О.В. Распознавание. Математические методы. Программная система. Практические применения. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2005. – 159 с.
2. Местецкий Л.М. Непрерывная морфология бинарных изображений: фигуры, скелеты, циркуляры. – М.: ФИЗМАТЛИТ. 2009. – 288 с.
3. Котович А.А., Славин В.Н. Распознавание скелетных образов*/* //Методы и средства работы с документами. Сборник трудов Института системного анализа РАН – 2000. М.: УРСС. 2000. – 347 с. – ISBN 5-8360-0262–2.
4. Zhang T.Y., Suen C.Y. A fast parallel algorithm for thinning digital patterns. // IEEE, Communications of the ACM. Vol. 27. №3. 1984. – 236 p.
5. Blum H.A Transformation for extracting new descriptors of shape // Models for the Perception of Speech and Visual Form. – MIT Press. 1967.
6. Lee D.T. Medial axes transform of planar shape // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. PAMI-4 1982. P. 363 – 369.
7. Хаггарти Р. Дискретная математика для программистов – М.:Техносфера. 2004 – 315 с.
8. Блейхут Р. Быстрые алгоритмы цифровой обработки сигналов – М.:Мир, 1989 – 448 с.
9. Ширяев А.Н. Вероятность – М.: Наука, 1989 – 638 с.

Левандовская Л.В.
Россия, Санкт-Петербург, Центральный музей железнодорожного транспорта Российской Федерации «ЦМЖТ РФ»

ИЗ ИСТОРИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ РОССИИ И СССР

Железнодорожный транспорт – сложная многоотраслевая сфера материального производства, главнейшей составной частью которого является перевозочный процесс. С развитием сети железных дорог и ростом объема перевозок исключительно важную роль для четкого и правильного оперативного управления перевозочным процессом стала приобретать переработка огромной массы непрерывно поступающей информации и анализ в кратчайшие сроки постоянно изменяющейся обстановки с дислокацией и направлением грузовых потоков.

В органы управления железными дорогами поступает информация о работе станций, локомотивных и вагонных депо, товарных контор и других линейных единиц, относящихся практически ко всем отраслям деятельности железнодорожного транспорта. Эта информация используется для управления движением вагонопотоков, анализа выполнения планов, железнодорожной статистики, расчетов с рабочими и служащими и т.д.

Обработка поступающей информации в виде учетных документов требует значительных объемов вычислительных работ, невозможных без использования вычислительной техники.

Вычислительная техника включает в себя:

– счетные приборы, позволяющие производить арифметические или алгебраические действия (русские счеты, логарифмические линейки и т.д.);

– счетные машины, предназначенные как для арифметических, так и логических операций выбора, сравнения, определения оптимального варианта и т.п. (начиная с арифмометров и кончая электронными вычислительными машинами).

До начала 1960-х гг. на железнодорожном транспорте Советского Союза применялись только счетные приборы и счетные машины механического и электромеханического действия с ручным или автоматическим вводом исходных данных.

По своим эксплуатационным возможностям счетные машины с ручным вводом данных (с помощью рычагов или клавиш) подразделялись на три группы:

– суммирующие клавишные – использовались главным образом для выполнения сложения и вычитания (например, комптометры);

– вычислительные – с их помощью производились все четыре арифметических действия, но наиболее производительны они были при умножении и делении. Отличались большим разнообразием конструкций. По способу ввода данных они могли быть рычажными и клавишными, по степени автоматизации процесса счета – ручными, полуавтоматическими и автоматическими;

– счетно-текстовые – для составления многографных ведомостей.

К счетным машинам с автоматическим вводом исходных данных относились счетно-перфорационные (или счетно-аналитические) машины, в которых информация вводилась с помощью перфорационных карт (перфоркарт). По сравнению с машинами ручного ввода данных они имели большую скорость и меньшую вероятность ошибок при вычислениях. Счетно-перфорационные машины обычно использовались комплексом, куда входили:

– входной перфоратор – для пробивки отверстий в перфокартах;

– контрольник – перфоратор для проверки правильности пробивки отверстий;

– сортировка – устройство для группировки перфокарт по признакам для дальнейшей обработки;

– табулятор – основная машина комплекса, обеспечивавшая подачу перфокарт, восприятие пробивок и печатание результатов счета.

В состав счетно-перфорационных машин могли входить и дополнительные специальные машины, в том числе итоговые перфораторы – для перфорации новых перфокарт по итоговым данным табулятора; перфораторы-репродукторы – для дублирования перфокарт; вычислительные приставки к табуляторам и др. Счетно-перфорационные машины в большинстве случаев использовали вместе с суммирующими, вычислительными и счетно-текстовыми счетными машинами.

Доэлектронный период вычислительной техники

Вплоть до 1890-х годов единственными счетными приборами, используемыми на железнодорожном транспорте нашей страны, являлись русские счеты. Они прошли длительный путь эволюции. Слово «счеты» впервые встречено в рукописях 1691 г. Их изобретению предшествовал появившийся в России в конце XVI века «дощатый счет». Он осуществлялся с помощью двух неглубоких ящиков, каждый из которых разделялся деревянной перегородкой на два отделения. Поперек всех четырех отделений натягивались веревки или проволоки, на которые надевалось определенное количество просверленных сливовых косточек.

Первоначально счеты имели несколько счетных полей и использовались для производства всех 4-х арифметических действий, в том числе и с дробями. На них откладывались не только условия задачи, но и промежуточные результаты. В середине XVII в. появились рамные счеты с дном и двумя счетными полями.

В начале XVIII в. счеты стали приобретать свою классическую форму. На рамах счетов, как правило, против соответствующих проволок ставили числа, указывающие на разряд. Они стали использоваться только для выполнения сложения и вычитания, что связано было связано с распространением в России десятичной системы счисления. С этого времени счеты совершенствовались только внешне, постепенно приобретая более удобную форму. Одним из наиболее заметных усовершенствований был небольшой изгиб прутьев, благодаря чему самыми устойчивыми положениями косточек стали либо крайние левые, либо правые.

С середины XIX в. рама простых настольных счетов обычно стала делаться несколько покатой к пользователю. Появились миниатюрные карманные счеты из дорогих сортов дерева или кости, а также счеты-гиганты, находившие применение не только в школах. В 1920-1930-е гг. большие, в рост человека, счеты на ножках стояли в Эрмитаже, и швейцар отсчитывал на них количество посетителей музея.

Около 1820 г. счеты из России попали в Западную Европу благодаря французскому математику Ж. Понселе, участвовавшему в войне 1812 г. в качестве офицера армии Наполеона. Находясь в плену, он познакомился в Саратове с русскими счетами. Вернувшись во Францию, он использовал их в качестве учебного пособия в школах. Из Франции счеты распространились в другие европейские страны.

Русские счеты, приобретя свою классическую форму, вплоть до 1960-х годов оставались наиболее массовым вспомогательным вычислительным прибором. Опытный работник мог выполнить на счетах около 1300 сложений в час. С 1970-х гг. с ними успешно начали конкурировать карманные электронные калькуляторы.

Первыми счетными машинами, позволившими механизировать вычислительные операции в железнодорожном учете и статистике, стали арифмометры Однера, производившие четыре арифметических действия.

Петербургский изобретатель Вильгодт Теофил Однер – швед по национальности, инженер Экспедиции заготовления государственных бумаг, разработал конструкцию своего арифмометра в 1873 г. В 1886 г. после ряда усовершенствований началось серийное производство этих арифмометров на петербургском заводе «Однер и Гиль», основанном В.Т. Однером совместно с английским предпринимателем Ф.Н. Гилем.

Правления русских железных дорог стали первыми крупными покупателями арифмометров Однера. К началу XX в. на казенных железных дорогах эксплуатировалось – 94 арифмометра, Юго-Восточных железных дорогах – 130, Сибирских – 85, Юго-Западных – 50, Рязано-Уральской – 60, Владикавказской – 40, Полесских – 35, Екатерининской – 20, Закаспийской – 20.

Надежные и удобные в эксплуатации арифмометры системы Однера выпускались в нашей стране до конца 1960-х г. под разными марками: «Оригинал-Однер», «Союз», «Оригинал-Динамо», «Москва», «Феликс». На железнодорожном транспорте наиболее широкое распространение получили арифмометры «Феликс» и «Оригинал-Динамо».

К середине 1920-х г. выявилась необходимость дальнейшей механизации счетных работ, так как восстановление железнодорожного хозяйства после гражданской войны, в основном,

закончилось, и нужен был реальный план дальнейшей работы, основанный на точных отчетных данных и анализе деятельности дорог.

В 1927 г., учитывая всю важность железнодорожного учета и статистики, и в особенности статистики перевозок, Народный комиссариат путей сообщения (НКПС) разработал проекты механизации счетных работ в области статистического учета перевозок грузов: один проект для сводно-сетевой отчетности, другой – для составления отчетности о перевозках грузов в пределах одной дороги на основе документов первичного учета.

Вся счетная железнодорожная техника на время состояла из двух комплектов счетно-перфорационных машин Пауэрса, 16 клавишных вычислительных машин и двух комптометров американского производства. На базе такой счетной техники были начаты опыты механизации счетных операций на железных дорогах нашей страны.

Один комплект счетно-перфорационных машин был установлен в Центральном отделе статистики и картографии НКПС (ЦСК), а второй – в Правлении Московско-Курской железной дороги. С января 1928 г. начались опыты по механизации разработки отчетных данных о перевозках грузов в пределах Московско-Курской ж.д. Опыт показал несомненную эффективность применения счетно-перфорационных машин для разработки как месячной отчетности в пределах дороги, так и годовой по сети дорог. С другой стороны выяснилась нецелесообразность распыления дорогостоящих и сложных счетно-перфорационных машин по всей сети.

В 1928 году для разработки статистической отчетности четырех дорог Московского узла была организована первая фабрика механизированного учета, получившая название «Бюро статистики и картографии дорог Московского узла» (УСК). В связи с этим в начале 1928 г. НКПС получил на правах аренды сроком на пять лет у филиала американской фирмы «Голлерит» в Германии пять комплектов счетно-перфорационных машин этой фирмы. С июля 1928 г. УСК приступил к разработке отчетности о перевозках грузов по Московско-Курской и Московско-Белорусско-Балтийской железным дорогам, а с сентября того же года по Московско-Казанской и Северной. В октябре 1928 года по этим же дорогам УСК начал разрабатывать отчетность об использовании подвижного состава и расходе топлива на паровозах.

Применение счетной техники обеспечило уменьшение штата работников отделов учета на четырех дорогах Московского узла с 582 до 250 человек (на 48%), сокращение в 3-4 раза сроков разработки отчетности, что дало экономию в 239 тыс. руб. за год.

В 1930-1960-е годы фабрики механизированного учета (ФМУ) стали создаваться во всех управлениях дорог. Они обрабатывали учетные документы по погрузке и отправлению грузов; перевозкам пассажиров, грузов и багажа и распределению доходов от этих перевозок между дорогами; использованию локомотивного и вагонного парков; расходу и экономии топлива и электроэнергии; расчетам премий, заработной платы и удержаниям из нее; наличию и движению материальных ценностей на складах и др. Кроме того, на ФМУ составлялись годовые отчеты о густоте движения грузов по участкам и линиям каждой дороги с указанием направления движения.

В 1929 г. для ускорения разработки сетевой отчетности на базе сводно-сетевых групп Московской ФМУ была организована Центральная фабрика механизированного учета (ЦФМУ).

Для оснащения создаваемых ФМУ вычислительной техникой уже с конца 1920-х годов в СССР началось производство счетных и счетно-перфорационных машин. Это позволило избавиться от необходимости импортировать или арендовать их у иностранных, преимущественно американских, фирм.

В 1929 г. московский «Трест точной механики» выпустил первые отечественные клавишные перфораторы и контрольники с ручной закладкой и выемкой перфокарт.

В 1931 г. в Москве создан специальный завод счетно-аналитических машин (САМ), освоивший к середине 1930-х гг. выпуск всех основных видов счетно-перфорационных машин, нашедших широкое применение на железнодорожном транспорте.

В 1935 г. завод САМ начал выпуск первых отечественных табуляторов типа Т-1, позволявших суммировать числа с перфокарт, печатать эти числа и подсчитанные итоги. Следующая модель – Т-2, с двумя режимами работы (обычной и повышенной) получила широкое распространение и выпускалась до 1940 г. В это же время заводом стала выпускаться электромеханическая сортировка САМ производительностью 36000 перфокарт в час. В 1939 г. инженер С.К.Неслуховский сконструировал для нее приставку, состоящую из 14 электромагнитных счетчиков, превратив сортировку в счетно-сортировальную машину.

Первый отечественный сальдирующий табулятор типа Т-4, выполняющий и сложение и вычитание, выпущен в 1939 г. на заводе САМ. Он был разработан в 1938 г. инженером В.И. Рязанкиным. В 1941 г. Н.И. Бессонов предложил применить в модели Т-4 электрический импульсный счетчик вместо электромеханического, что значительно упростило конструкцию табулятора (Т-4МИ). К 1955 г. на железнодорожном транспорте их было 111 единиц.

В 1935 г. начат выпуск электромеханического перфоратора САМ. Автоматическая пробивка отверстий в нем осуществлялась с помощью пробивного электромагнита. В 1936 г. на базе этого перфоратора сконструирован контрольник САМ с механическим принципом восприятия пробивок.

В 1937 г. в мастерских ЦФМУ инженер А.П. Дулгарьян разработал контрольник КД с полуавтоматической подачей перфокарт и автоматической откладкой их. В этом контрольнике использовался более совершенный электрический принцип восприятия пробивок в перфокартах. В то время это был лучший контрольник в мире.

Советским конструкторам принадлежит приоритет в создании первого итогового перфоратора, сконструированного Г. Лозовским в 1929 г.; механизма автоматической пробивки для одноперiодного перфоратора, созданного в 1935 г. С.К. Неслуховским; перфоратора, печатающего одновременно и контрольную ленту, разработанного А. Галиевым в 1943-1944 гг.

В 1948 г. освоен выпуск сортировки С45-1 (для 45-колонных перфокарт), на основе которой создана модель С80-1 (для 80-колонных перфокарт). Эти сортировки имели кнопочное управление работой мотора и его автоматическим выключением.

В 1950 г. был выпущен табулятор Т-5 (авторы И.А. Рахлин, И.С. Евдокимов, Б.А. Маткин и В.И. Добромыслов). Этот сальдирующий табулятор представлял собой усовершенствованный вариант модели Т-4 и был предназначен для работы с 80-колонными перфокартами. Его мощность составляла около 70000 сложений в час. Счетное устройство табулятора содержало восемь 11-разрядных счетчиков (в Т-4 – шесть 8-разрядных счетчиков). В 1955 г. они поступили на ФМУ железных дорог.

В 1950 г. был создан электромеханический перфоратор П80-2 с автоматической подачей и откладкой перфокарт, а также механизмом дублирования, позволявшим делать пробивки с ранее пробитых перфокарт.

В 1957 г. на базе табулятора Т-5 разработана модель Т-5МВ, работавшая совместно с электронной вычислительной приставкой ЭВП-1, а в 1961 г. – модель Т-5МУ, работавшая вместе с электронной множительной приставкой ЭЦП.

В 1962 г. Центральная ФМУ получила два первых позиционных (т.е. с перфорацией не по колонкам, а по строкам) итоговых перфоратора ПИ-45-1, предназначенные для автоматической перфорации итогов или сальдо, накопленных в счетчиках табулятора. В 1963 г. ими были оснащены все ФМУ на железнодорожном транспорте.

В 1964 г. 14 ФМУ получили новые электронные вычислители ЭВ-80-3М, производившие все четыре арифметических действия, как с положительными, так и отрицательными числами, а также ряд вспомогательных и логических операций. Ввод данных и вывод результатов вычислений производился на 45- и 8- колонные перфокарты, поэтому он обычно использовался в комплекте с другими счетно-перфорационными машинами.

В том же 1964 г. на 28 машиносчетных станций (МСС, организовывались с 1953 г. вместо ФМУ) поступили электронные умножающие приставки к табуляторам Т-5М, эти установки получили название Т-5М. Скорость умножения на таком агрегате была в десять раз выше, чем на табуляторе.

Вместе с производством счетно-перфорационной техники, обрабатывающей огромное количество информации на ФМУ, развивался и рос выпуск различных счетных машин, необходимых для механизации простых вычислительных операций, особенно в области учета труда и заработной платы на железнодорожном транспорте.

В 1925 г. в Москве на Сущевском механическом заводе им.Ф.Э. Дзержинского был налажен выпуск арифмометров Однера, вначале под маркой «Оригинал-Однер», а с 1931 г. – под маркой «Феликс».

В 1932 г. в СССР на основе комптометра выпущена первая десятиклавишная суммирующая машина ДСМ с электроприводом, продублированным ручным приводом. Одновременно с процессом суммирования машина производила запись чисел. Модификации этой машины (СДМ-107 и СДМ-133), мощностью около 3000 сложений в час, выпускались до 60-х гг. и широко использовались на железнодорожном транспорте.

В 1935 г. начато производство клавишной счетной машины КСМ-1. Это был полноклавишный полуавтоматический арифмометр с электрическим приводом. На случай отсутствия питания в нем предусматривался ручной привод. Клавиатура машины состояла из 8 вертикальных рядов по 10 клавиш в каждом, т.е. можно было набирать 8-значные цифры. Для удобства набора группы разрядов клавиатуры окрашивались в разные цвета. Имелись также клавиши гашения. Если цифра набиралась ошибочно, то для ее замены достаточно было нажать на нужную цифру в том же ряду, и тогда неверно набранная цифра гасилась автоматически. В подвижной каретке находился 16-разрядный счетчик результатов и 8-разрядный счетчик оборотов, имевшие устройства для передачи десятков из одного разряда в другой. Для гашения этих счетчиков служила специальная ручка. О переполнении счетчика результатов сигнализировал звонок. Для удобства считывания чисел имелись подвижные запятые.

В послевоенные годы были выпущены полноклавишные полуавтоматы (не автоматизировано умножение) типа КСМ-2 (с незначительными отличиями от КСМ-1, но с более удобным расположением рабочих деталей), КЕВ-2, КЕЛ-2, ВМП-2, а также полноклавишные автоматы САЛ-2с, САРС и ВММ-2 (производились заводом «Точмаш» на основе германских арифмометров марки «Рейнметалл»), ВМА-2 и др.

В 1951 г. Пензенский завод САМ разработал и освоил выпуск арифмометров системы Однера с клавишным вводом под маркой ВК-1. За счет применения клавиш производительность этой машины по сравнению с арифмометром возросла примерно в 3 раза – 900-1000 сложений, 300-330 умножений, 190-210 делений в час. В следующей однер-машине типа ВК-2 одновременно с клавишным вводом использовался и электропривод, что еще больше увеличило скорость вычислений – 1200-1300 сложений, 370-400 умножений, 320-350 делений в час. Сложение, вычитание и деление выполнялись автоматически, а умножение – полуавтоматически. Надежность работы повысилась за счет введения автоматической блокировки при неправильных действиях оператора для предотвращения повреждения машины. Арифмометры ВК-2 выпускались до конца 1960-х гг.

С начала 1960-х гг. наряду с отечественными счетными машинами на железнодорожном транспорте СССР широко использовались суммирующие машины производства ГДР – «Аскота-110», АЕС, АЕСВ. Большое распространение получили также бухгалтерские счетно-текстовые машины «Аскота-170», ФМР производства ГДР, а также СР-22, СР-42, ВА-345 советского производства. Они использовались для составления расчетно-платежных ведомостей, статистических и плановых таблиц, перечней платежных документов, т.е. таблиц с большим количеством граф и автоматическим подсчетом итогов и по вертикали и по горизонтали. Бухгалтерская машина «Аскота-170» могла работать совместно с электронным вычислителем «Роботрон Р-12», превращаясь в многосчетчиковую вычислительную машину, выполняющую все арифметические действия, кроме деления. Эта машина с приставкой работала в хозяйственных организациях МПС на расчетах заработной платы. В 1964 г. на ЦФМУ поступил автомат «Аскота» с транзисторным малогабаритным счетчиком ТМ-20, разработанным взамен громоздкого Р-2.

До 1953 г. механизация счетных работ бухгалтерского учета по труду и заработной плате осуществлялась только силами ФМУ. Опыт показал, что технические средства целесообразно приблизить к местам производства. Начиная с этого времени, на железнодорожном транспорте началась организация машиносчетных станций (МСС), вначале на локомотиво- и вагоноремонтных заводах Министерства путей сообщения (МПС), а затем в отделениях дорог и крупных станциях. К концу 1964 г. было организовано уже 45 железнодорожных МСС, которые оборудовались как счетными, так и счетно-перфорационными машинами.

С ростом перевозочной работы и увеличением количества учетных документов счетные операции стали тормозить своевременную передачу документов из финансовых служб дорог на ФМУ. В связи с этим было принято решение организовать машиносчетные бюро (МСБ) во всех финансовых службах дорог, заводах МПС и крупных станциях. Первое МСБ образовано в 1952 г. на Южно-Уральской железной дороге, а в последующие годы на всех дорогах. МСБ осуществляли обработку учетных документов, главным образом в области труда и заработной платы, наличия и движения материальных ценностей. Их оборудовали различными счетными машинами: суммирующими, вычислительными и счетно-табличными.

К 1969 г. на железнодорожном транспорте СССР было организовано 29 дорожных ФМС (в 1964 г. ФМУ железных дорог переименованы в ФМС – фабрики механизированного счета), 64 МСС и 236 МСБ.

Электронная вычислительная техника

Работы по применению электронных вычислительных машин (ЭВМ) для решения задач по управлению железнодорожным транспортом Советского Союза были начаты в конце 1950-х гг. и велись в двух направлениях. Первое состояло в решении на ЭВМ задач эксплуатационной деятельности, статистического и бухгалтерского учета и отчетности, расчета нормативов, научных и инженерных расчетах, выполнение которых с помощью электронных машин наиболее эффективно. Второе направление – это разработка и создание на основе электронной вычислительной техники комплекса автоматизированных систем управления (АСУ) перевозочным процессом.

Эти работы велись в Институте комплексных транспортных проблем (ИКТП), ВТУЗах, во Всесоюзном научно-исследовательском институте железнодорожного транспорта (ВНИИЖТ или ЦНИИ МПС) с помощью ламповых ЭВМ первого поколения типа «Урал» («Урал - 1», - 2», - 4»), Это были первые электронно-вычислительные машины, нашедшие на железнодорожном транспорте наиболее широкое применение.

Машина «Урал-1», разработанная в 1954 г. группой конструкторов под руководством Б.И. Рамеева, состояла из 800 электронных ламп и 3000 полупроводниковых приборов. Она относилась к классу малых ЭВМ с быстродействием порядка 100 операций в секунду и являлась первой универсальной отечественной вычислительной машиной крупного серийного выпуска для нужд народного хозяйства.

Машины «Урал - 2» и «Урал - 4», разработанные в 1959-1961 гг., являлись машинами более высокого класса с быстродействием 5000-6000 операций в секунду. Они использовались для решения планово-экономических задач и задач по оперативному управлению и учету на железнодорожном транспорте. С помощью «Урал - 2» обрабатывалась информация о грузовых перевозках и доходах от них в местном сообщении. «Урал - 4» обрабатывали информацию о пассажирских перевозках и

доходах от них в местном сообщении и информацию по труду и заработной плате локомотивных бригад.

В 1956 г. использование ЭВМ позволило разработать первую в мире модель «автомашиниста» для автоматического управления движением поездов. В 1958 г. на Московской железной дороге были проведены ее испытания. С помощью ЭВМ, установленной вместе с датчиками скорости и пути в секции электропоезда, обеспечивалось автоматическое управление трогание с места поезда, набором и регулированием скорости и торможением.

С 1960 г. в МПС начат машинный расчет вагонопотоков и сетевого плана формирования грузовых поездов. В 1963 г. впервые с помощью вычислительной машины «Урал-4» был составлен отчет за 1962 г. о поперегонной густоте движения грузов по шести дорогам Московского узла. Ранее такие отчеты составлялись на ЦФМУ с помощью счетно-перфорационных машин – табуляторов и сортировок. Процесс был очень трудоемким и требовал обработки примерно 1500 тыс. перфокарт. Применение ЭВМ, ввод информации в которую производился также с помощью перфокарт, сократило затраты на 33%.

Значительный вклад во внедрение электронной вычислительной техники на железнодорожном транспорте внес член- корреспондент АН СССР профессор А.П. Петров. В 1959 г. по его инициативе во ВНИИЖТе (ЦНИИ МПС) было организовано отделение вычислительной техники, руководителем которого он проработал 18 лет.

В качестве основных направлений деятельности отделения были определены разработка наиболее эффективных машинных программ и методик решения на ЭВМ инженерных задач (планы перевозок и формирования, тяговые расчеты, график движения и др.), а также создание комплексной автоматизированной системы управления железнодорожным транспортом (АСУЖТ) и системы резервирования и продажи билетов «Экспресс».

В 1960-1964 гг. под руководством А.П. Петрова была разработана и введена в эксплуатацию на Московской железной дороге система автоматизированного учета и управления перевозочным процессом с применением электронно-вычислительной техники и аппаратуры передачи данных (ПД). Система включала в себя дорожный вычислительный центр (ДВЦ), который был построен в 1963 г. и стал первым на железнодорожном транспорте страны, а также сеть дистанционной передачи данных на участках Московско-Курского отделения дороги и технологию решения задач управления и учета.

Проведенные научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы позволили установить общую функциональную систему АСУ с подсистемами, ее технические параметры и конструктивное воплощение, а также практически проверить результаты исследований при помощи ЭВМ «Урал-4», установленной в ЦНИИ МПС, и опытной аппаратуры ПД. В ходе исследований была признана целесообразность организации на дорогах ДВЦ на базе ФМС, которые уже имели к этому времени достаточный объем информации, записанной на перфокарты, пригодные для ввода в ЭВМ «Урал-4».

В конце 1960-х гг. были сооружены и введены в действие вычислительные центры (ВЦ) на Горьковской, Октябрьской, Донецкой и других железных дорогах. Они оснащались ЭВМ второго поколения «Урал-14Д» и «Минск-22». С 1964 г. Свердловская, а позднее Московская, Горьковская и Юго-Западная железные дороги, стали использовать свои ДВЦ для составления оперативных (текущих) планов работы сортировочных станций (Свердловск-Сортировочный, Орехово-Зуево, Горький-Сортировочный и др.). Так ДВЦ и станция Свердловск-Сортировочный соединялись каналами телеграфной связи с 30-ю пунктами Свердловской, Южно-Уральской и Горьковской дорог.

В 1967-1968 гг. на станции Ленинград-Сортировочный-Московский, где первоначально размещался ДВЦ Октябрьской железой дороги, были установлены две первые на железнодорожном транспорте ЭВМ «Минск-22» для оперативного планирования работы Ленинградского узла и получения различных информационно-справочных данных. «Минск-22» являлась вычислительной машиной второго поколения – безламповая, на полупроводниковых элементах, и выпускалась с 1964 г. Ее быстродействие составляло около 6000 операций в секунду. ЭВМ серии «Минск», в разработку которой значительный вклад внесли инженеры Г.П. Лопато и В.В. Пржиялковский, до начала 1970-х гг. играли ведущую роль в процессе внедрения вычислительной техники на железнодорожном транспорте.

К 1965 г. отечественная промышленность для касс дальнего и местных сообщений освоила выпуск новых типов билетопечатающих машин типа «Волхов». Они вместе с печатанием билета и расчетом стоимости проезда по данному билету, одновременно записывали на бумажную ленту информацию, необходимую для разработки статистической отчетности о перевозках пассажиров и распределения доходов между дорогами, участвующими в такой перевозке.

Позднее начался выпуск серии ЭВМ типа «Свирь-2» для механизации первичного учета перевозок грузов. Эти машины, как и «Волхов», автоматически записывали на перфоленту всю информацию о перевозках грузов на дороге. Обработка такой информации и разработка отчетных данных производилась на ЭВМ «Урал-4» или более совершенных.

В 1967-1968 гг. ДВЦ стали оснащаться более производительными ЭВМ «Минск-32» и «Урал-16» быстродействием соответственно 25 тыс. и 60 тыс. операций в секунду. Для управления

производственными процессами, например, диспетчерское руководство движением поездов, применялись управляющие ЭВМ «Днепр-1» (с 1962 г.) и «Днепр-2» (с 1967 г.), разработанные в Институте кибернетики АН СССР. Комплекс «Днепр-2» (50 тыс. оп/сек.) включал в себя центральное устройство обработки данных «Днепр-21», управляющий комплекс «Днепр-22» и периферийные устройства (печатающее устройство, перфораторы и др.). Система «Днепр-2» позволяла регулировать движение поездов на диспетчерском участке протяжением 500 км и более.

Для передачи информации с периферийных подразделений – линейных пунктов ЛП (промежуточные станции) и хозяйственных единиц ХЕ (отделения дорог, сортировочные, участковые и крупные грузовые станции, депо), а также передачи результатов обработки данных и планов из ВЦ в ХЕ была создана система передачи данных (ПД). Для ее организации была разработана и испытана на Московской железной дороге аппаратура типа «Светофор». Она включала в себя оконечную приемо-передающую, каналообразующую, коммутационную аппаратуру и устройства телеуправления и телесигнализации ТУ-ТС. Последние совместно с программным устройством обеспечивали вызов периферийного устройства и запуск мотора трансмиттера (передатчика), в который заранее вкладывалась бумажная пятиэлементная телеграфная перфолента с информацией. Перфолента заранее заготавливалась с помощью специально разработанного перфоратора-контрольника и для повышения верности передачи набивалась дважды. Прием информации в ВЦ осуществлялся на позиционный итоговый перфоратор карт типа ПИ-80-М2 при помощи преобразующей аппаратуры, служащей для перезаписи данных с бумажной ленты на перфокарты. Преобразующая аппаратура была разработана на базе устройства БЛП-2, состоявшего из ферротранзисторного буферного преобразователя и итогового карточного перфоратора. Коммутационные устройства с дисковым набором типов АТА-57 или АПСК, установленные в помещении ВЦ, обеспечивали автоматическое соединение каналов связи ВЦ с каналами ХЕ и ЛП с сохранением возможности ручных шнуровых соединений. Достаточное количество каналов связи обеспечивала аппаратура уплотнения: между ДВЦ и отделением дороги – аппаратура тонального телеграфирования ТТ-17П (образует 17 двусторонних каналов связи); между отделением дороги и низовыми подразделениями ХЕ и ЛП – малоканальная аппаратура тонального телеграфирования ТТ-6 и ТТ-1. В состав аппаратуры ХЕ, кроме перфоратора-контрольника и трансмиттера, входил рулонный телеграфный аппарат Т-63.

К середине 1970-х гг. вычислительные центры были созданы почти на всех дорогах. Для координации их работы в апреле 1974 г. были образованы Главное управление вычислительной техники и проектно-конструкторское технологическое бюро. С апреля 1977 г. и по апрель 1988 гг. Главным управлением вычислительной техники (ЦУВТ) МПС руководил Ю.С. Хандкаров.

В 1975 г. во ВНИИЖТе под руководством А.П. Петрова была закончена разработка основных положений генеральной схемы развития АСУЖТ, которые были приняты пленумом Научно-технического совета МПС. В дальнейшем была утверждена «Комплексная программа развития и повышения эффективности АСУ на железнодорожном транспорте на 1978-1985 годы». Часть положений этих документов не потеряли своей актуальности и в настоящее время.

Основной принцип АСУЖТ – сбор данных непосредственно из первичных документов учета в местах их оформления, т.е. на линейных предприятиях дорог: депо, станциях, товарных конторах и др.

АСУЖТ осуществляет свои функции на трех уровнях машинной обработки информации. Верхний уровень – это МПС, при котором создан ГВЦ, оборудованный большими ЭВМ. Здесь осуществляется контроль поездного положения на станциях и важнейших направлениях, непрерывный учет передачи поездов и вагонов с одной дороги на другую, контроль выполнения плана формирования поездов и многое др. Средний уровень – управления дорог, где действуют дорожные информационно-вычислительные центры ИВЦ, оборудованные большими ЭВМ. Здесь производится автоматизированное составление месячных планов перевозок, контроль их выполнения, рассчитываются графики движения поездов для грузонапряженных направлений, производятся тяговые расчеты, что позволяет определять оптимальные режимы ведения поездов и учитывать расходы топлива и электроэнергии. На нижнем уровне АСУЖТ организуются узловые ВЦ с большими ЭВМ, на базе которых функционируют АСУ подсистем. Для работников линейных предприятий создаются автоматизированные рабочие места (АРМ) с использованием мини- и микроЭВМ, в том числе и персональных компьютеров (ПК).

Все уровни АСУЖТ обмениваются информацией с помощью созданной информационно-вычислительной сети, которая объединяет через каналы связи терминалы, станционные вычислительные комплексы с дорожными ВЦ, последние между собой и с ГВЦ.

С 1975 г. началось плановое переоснащение вычислительных центров большими ЭВМ третьего поколения (на интегральных микросхемах) серии ЕС (Единая Система). ЕС ЭВМ имели единую архитектуру, совместимый набор периферийного оборудования, единые технологические и конструкторские решения. С 1972 г. выпуск ЕС ЭВМ был налажен в СССР и странах социалистического содружества: Болгарии (ЕС1020, 1972 г.), Венгрии (ЕС1010, 1973 г.), Польше (ЕС1030, 1973 г.), ГДР (ЕС1040, 1973 г.), Чехословакии (ЕС1020А, 1973 г.). На машиносчетных станциях взамен механических табуляторов также началось применение ЭВМ.

С середины 1980-х гг. вычислительные центры начали оснащаться более производительными ЕС ЭВМ: ЕС1046, ЕС1066 (высокой производительности), ЕС1036, ЕС1045 (средней производительности).

При создании автоматизированных рабочих мест (АРМ) работников линейных предприятий в первую очередь создавались АРМ дежурных по станции, работников технических контор, дежурных по локомотивным депо, товарных кассиров, т.е. тех оперативных работников, у которых регистрировались первичные данные о ходе перевозочного процесса. Базой создания таких АРМ в 1980-х годах стали мини-ЭВМ типов СМ-1420, СМ-1600 и др.; а также микро-ЭВМ, к которым относятся ПК.

Примером ПК, которые широко использовались в системе АСУЖТ, могут быть 16-разрядные компьютеры типа PC/XT/AT фирмы IBM, ЕС1841, ЕС1842, ЕС1834, а также 8-разрядный «Роботрон 1715», который в основном ориентирован был на решение научно-технических и экономических задач, задач управления и делопроизводства.

ПК «Роботрон 1715» – один из первых типов персональных компьютеров, получивших распространение на железнодорожном транспорте Советского Союза. Они выпускались с 1977 г. в Германской Демократической Республике (ГДР, Дрезден), вначале 8-разрядные, а с конца 1980-х годов – 16-разрядные. В 1970-1980-е гг. с помощью этих ПК на Белорусской железной дороге впервые на сети железных дорог начато формирование комплектов перевозочных документов (накладные, дорожные ведомости, квитанции и др.). На Московской железной дороге была внедрена автоматизированная технология работы группы учета и отчетности для подсчета проданных билетов каждым кассиром за смену, проверки правильности оформления проездных документов, составления и выдачи всех видов отчетности. На Донецкой железной дороге автоматизирована система продажи билетов для диспетчеров отделенческих бюро: поиск свободных мест, бронирование мест при групповых заявках, оформление возврата, получение справок о наличии мест и стоимости проезда, внесение изменений в расписание движения поездов. На ряде дорог ПК «Роботрон1715» использовали в системе информационного обслуживания пассажиров на вокзалах для управления индикацией на справочных табло и выдачи справок по расписанию движения поездов.

Начиная с середины 1980-х гг., все большее распространение на железнодорожном транспорте стали получать ПК фирмы IBM или подобные им компьютеры других фирм. Их отличали более высокие производительность и емкость памяти.

Таблица 1

Технические характеристики отдельных ПК, применявшихся в разное время на железнодорожном транспорте СССР

Тип ПК	Производительность процессора тыс. операций/сек.	Емкость оперативной памяти Кбайт	Емкость внешней памяти (на гибких магнитных дисках) Мбайт
СМ1810	100	768	1,2
Электроника 25	600	512	0,4
Роботрон 1715	1000	64	0,78
ЕС1832	1000	640	0,36
ЕС1841	1000	1536	0,36
ЕС1842	1000	3072	0,72
IBM PC/XT	1200	640	0,36

Одной из важных подсистем АСУЖТ стала электронная система резервирования и продажи билетов «Экспресс». В 1972 г. на Московском железнодорожном узле была введена в эксплуатацию первая опытная система «Экспресс-1». К ней подключалось 580 билетных касс и обслуживалось до 210 тыс. пассажиров в сутки.

В 1982 г. создана типовая система «Экспресс-2» (главный конструктор Б.Е. Марчук) для всей сети железных дорог СССР. Серийное производство аппаратуры (управляющее устройство, клавиатура, дисплей, билетно-печатающее устройство) было освоено в Венгрии предприятием «Вилати». К 1990 г. система «Экспресс-2» производительностью до 27 заказов в секунду эксплуатировалась на 13 железных дорогах страны. К 1997 г. в странах СНГ и Балтии были внедрены 52 системы, взаимодействующие между собой.

В 1980-1990-х гг. продолжали совершенствоваться подсистемы АСУЖТ. С 1988 г. на базе автоматизированной системы оперативного управления перевозками (АСОУП) и других разработок началось внедрение автоматизированных диспетчерских центров управления АДЦУ-МПС с управляющими ЭВМ и дорожных ДАДЦУ. В состав технических средств АДЦУ входили мини-ЭВМ, взаимодействующие с большими ЕС ЭВМ, которые обслуживали АСОУП. Мини-ЭВМ использовались для управления коллективными и индивидуальными средствами отображения информации об эксплуатационной обстановке на полигоне управления. АРМ диспетчерского и руководящего состава включали в себя микро-ЭВМ типа ЕС1841(персональный компьютер), графические цветные дисплеи и коммутатор связи. Микро-ЭВМ обеспечивала выборку из АСОУП и выдачу диспетчерам

информации о поездах, локомотивах и локомотивных бригадах, вагонных парках, грузовой работе. С помощью технических средств АДЦУ осуществлялось автоматическое ведение графика исполненного движения, расчеты количественных и качественных показателей поездной работы по диспетчерским участкам, отделениям или регионам управления.

В эти же годы создана и внедрена автоматизированная система управления материально-техническим обеспечением (АСУМТО) на уровне МПС, дорог и отделений дорог, линейных предприятий. АСУМТО включает задачи нормирования и планирования материальных ресурсов, контроля уровня материальных запасов и реализацией материальных фондов, составление статистической отчетности. В АСУМТО на уровне МПС и центральных баз снабжения на станциях Ховрино, Люблино, Харьков и др., предусматривалось использование ЭВМ типа СМ-1420.

Для улучшения медицинского обслуживания железнодорожников начались работы по использованию вычислительной техники в организациях здравоохранения.

С 1990 г. вычислительная техника стала внедряться в хозяйство сигнализации и связи. Было разработано и тиражировано по сети автоматизированное рабочее место оператора сети телеграфной связи и передачи данных (АРМ-Т). Его базовым элементом стала персональная ЭВМ ЕС1840 (ЕС1841). АРМ-Т заменяет восемь телеграфных аппаратов и обслуживается одним телеграфистом. Текст телеграммы, подлежащей передаче, вводится в память ЕС ЭВМ непосредственно с клавиатуры и одновременно выводится на экран дисплея. После редактирования он записывается на дискету и в устройстве печати. Дальше телеграммы передаются в автоматическом режиме. ЭВМ «просматривает» их списки и с учетом категории срочности посылает вызов коммутационной станции и набирает номер вызываемого оконечного пункта. Входящие в АРМ-Т телеграммы записываются с возможностью вывода на дисплей.

В период 1991-1995 гг. на железнодорожном транспорте России полностью проведена замена устаревших персональных компьютеров ЕС ЭВМ на импортные типа IBM-4381, HITACHI, COMPAREX и др., в результате чего производительность больших ЭВМ возросла в 3 раза. Парк персональных компьютеров увеличился в 9 раз и составил к концу 1995 г. года более 25 тыс. единиц.

К 2000 г. средства вычислительной техники уже использовались во всех хозяйствах железнодорожного транспорта России, и с помощью ЭВМ решались тысячи задач по управлению им. Одна из таких задач – управление движением поездов с помощью спутников. Первая автоматизированная система управления движением поездов (АСУ ДП) «Магистраль» с применением средств космической навигации и связи введена на Красноярской железной дороге. Система состоит из комплекса устройств, размещенных на локомотиве и в дорожном центре управления перевозками (ЦУП).

Находящиеся на локомотиве системные средства взаимодействуют со спутниками космических группировок «ГЛОНАСС-GPS» и устройствами поездной радиосвязи, которые снабжают ЦУП необходимой информацией. ЦУП в свою очередь связан со спутником связи «Горизонт». Непосредственно на локомотиве устанавливается бортовой информационно-управляющий комплекс.

Система «Магистраль» позволяет решать сложные задачи, связанные с управлением движением поездов. Так, в любое время определяются их пространственные координаты, скорость, пройденное расстояние. Вырабатываются команды управления торможение и работой силовой установки локомотива и ведется диагностика его состояния. Работает «черный ящик», в котором фиксируются параметры движения и состояние основных узлов локомотива. На пульте в кабине машиниста автоматически отображается информация о расстоянии до ближайшего поезда, следующего в том же направлении, и его скорости.

Диспетчер ЦУП в любой момент времени получает информацию о местонахождении поездов на линии, автоматически ведутся документы о графике их движения по участкам железной дороги. Из дорожного автоматизированного диспетчерского центра управления движением поездов на локомотив передаются данные о движении ранее отправленных поездов, рекомендуемой скорости следования, маршруте приема на станцию и другая информация. Таким образом, осуществляется интервальное регулирование движения поездов в дополнение к существующим системам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Апокин И.А., Майстров Л.Е. Развитие вычислительных машин. М., 1974.
2. Апокин И.А., Майстров Л.Е. История вычислительной техники. М.,1990.
3. Булатов и др. Автоматические системы управления железнодорожным транспортом. М..,1991.
4. Виноградов А.Н. и др. Вычислительная техника в учете, планировании и управлении железнодорожным транспортом. М.,1963.
5. Вычислительная техника на железнодорожном транспорте. М.,1965.
6. Глузман И.С. и др. Управляющие вычислительные машины и программирование на железнодорожном транспорте. – М.,1977.
7. Движением поездов управляет спутник // Железнодорожный транспорт. №6. 1998.
8. Моисеев В.Д. Автоматические вычислительные машины и их применение на железнодорожном транспорте. – М., 1957.
9. Петров А.П. Эксплуатация железных дорог с применением электронно-вычислительной техники. – М.,1969.
10. Швецова М.Н. Применение вычислительной техники на железнодорожном транспорте. – Новосибирск, 1964.

Лукьянова Л.М., Заболотский В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

СИСТЕМЫ ЦЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ

Введение

Известно, что цели являются логическим основанием для синтеза систем. Данное положение правомерно и в отношении выработки решений, обеспечивающих функционирование и развитие системных объектов. В обоих случаях целесообразно формировать систему целей как результат целеполагания, а также анализа и синтеза целей. Степень системности целей во многом зависит от правильности выполнения данных процессов.

Вместе с тем целеполагание – недостаточно изученная функция, выполнение которой осуществляется на основе генетических программ, интуиции и здравого смысла, системе ценностей и эмоциональных состояниях субъекта, в частности, лица, принимающего решения (ЛПР). Вследствие столь высокой субъективности формируемые совокупности связанных целей часто не удовлетворяют требованию системности (полноты и логической корректности).

Цели и связи между ними изучаются в философии, психологии, лингвистике, логике и ряде других наук, прежде всего в теории организационного управления. Однако накопленных неоднородных знаний оказывается недостаточно для правильного полагания, анализа и синтеза целей. Для решения проблемы правильного полагания, анализа и синтеза целей в организационно-технических комплексах производственной сферы (далее комплексы) и системности результатов данных процессов в качестве начального шага была предпринята попытка формирования системного представления о целях, основывающегося на частных представлениях, выработанных в указанных отраслях знания.

Системное представление о целях. Наиболее общим является мировоззренческое представление о целях. Такое представление опирается на категории объективного – субъективного, идеального – реального, бессознательного – сознательного, активного – пассивного, потенциального – актуального, абстрактного – конкретного, детерминистского – недетерминистского, аналитического – синтетического. С учетом смысла данных категорий конкретизируем и интегрируем знания о целях, выработанные в философии, психологии лингвистике и логике.

В философии под целями производственных систем понимаются субъективные результаты отражения потребностей, порождаемых объективным миром и предполагающие его. Цель рассматривается как проект действия, задающий системную упорядоченность составляющих его актов, и как закон, определяющий способы их реализации. Толкуется цель как идеальный результат действия, причиной расхождения которого с реальным результатом является различие предполагаемых средств целедостижения и реальных предметов, выступающих в роли средств и проявляющих себя заранее не познаваемым образом. В познании сложных целей философия основывается на диалектическом единстве анализа и синтеза, понимании аналитичности как «возможности обоснования утверждений при помощи семантических правил соответствующего языка», а синтетичности – как обращения «к внеязыковым факторам» [1].

При формировании системного представления о целях комплекса из этого следует, что:

1. В формулировке цели как в целом описываются актуальные (существующие) компоненты комплекса для реализации действия по осуществлению потенциальных (будущих) его компонентов. Таким образом, при формировании комплекса как системы достижения определенных целей и отсутствии средств для его построения и организации, цели играют интегрирующую роль, а в подцелях намечается осуществление средств;
2. Назначение целей позволяет системно упорядочивать действия по целедостижению, обусловливает иерархичность целей;
3. Истинность подцелей, полагаемых в процессе анализа целей, обосновывается семантическими правилами языка их исчисления, а для обоснования целей, полагаемых в процессе их синтеза из подцелей, требуется внеязыковая информация;
4. Неопределенность знаний ЛПР о целях и средствах их достижения обусловливает различия в результатах анализа и синтеза целей, уменьшающиеся за счет информации, получаемой в интервале (начало анализа целей, конец согласования их «аналитической» и «синтетической» структур в системе целей).

В психологии цель толкуется как предвосхищенный образ результата действия, который при осознании получает словесное выражение в формулировке цели. Цель понимается как ориентирующий и направляющий компонент действия, определяющий выбор возможного способа выполнения и регулирующий программу реализации действия. Целеполагание трактуется как центральный психический механизм мысленного осуществления действий, соотносимых с достижением промежуточных целей и составляющих деятельность, направленную на достижение конечных целей. При этом выделяются активизируемые совместно с целеполаганием психические механизмы предвидения, оценивания результатов действий, определения промежуточных целей,

образования иерархических пространственных и сетевых временных структур целей, перехода от предварительных целей к окончательным. Отмечается роль подсознания в реализации одноименных с данными механизмами процессов [2].

При формировании системного представления о целях комплекса из этого, в частности, следует, что:

– «аналитическая» структура целей как результат анализа и полагания целей выполняет в комплексе регулятивную роль и является логическим основанием для синтеза соответствующей «синтетической» структуры целей;

– для корректного формального преобразования предварительных целей в окончательные необходимо учитывать зависимость целей от изменения ситуаций в комплексе и окружающей среде.

В лингвистике при исследовании логической структуры русского языка цель связывают с «концом пути» [3]. Сопоставляя понятия цели и причины, лингвисты приводят примеры их неразличения, когда цель действия объединена с мотивом как причиной, состоящей в желании достичь цель, и поясняют, что модальности мотива и цели при их едином пропозициональном содержании различны: мотив входит в контекст потребностей и желаний и представляет собой субъективную причину выдвижения цели, рассматриваемой в контексте возможных миров. Смысл «сильной» цели определяется лингвистами в терминах конкретного высказывания, а «слабой» – в терминах общего, ценностного и нормативного, суждения, выражающего некий идеал, недостижимый за установленный интервал времени. Такая цель «перестает быть точкой и определяет направление движения». Заметим, что трактовка цели в контексте возможных миров объясняет изменение целей в интервале (целеполагание, целедостижение).

Лингвисты выделяют следующие основные характеристики концепта «цель»:

– принадлежность внутренней сфере человека;
– соотнесенность с ценностным аспектом жизни;
– принципиальная достижимость.

Данные характеристики предполагают ценностное оценивание субъектом будущих результатов действий, а значит, наличие ценностного субъектно-объектного отношения в формулировках целей, что согласуется со SMART-моделью цели [4] и объясняет вероятность полагания ложных целей.

Анализ концепта «цель» и общего способа задания результатов функционирования производственной системы в виде свойств, позволил выделить следующие классы целей: определенные (изображаемые точкой в метрическом пространстве свойств будущих результатов деятельности комплекса и измеряемые точно в шкалах отношений); неопределенные (измеряемые в более «слабых» относительных шкалах). В классе неопределенных целей выделены два подкласса: «лингвистические» (в них свойства заданы лингвистическими константами) и интервальные (в них свойства заданы направлением движения в n-мерном пространстве свойств результатов).

Увяжем лингвистические представления о целях и процессах их полагания и достижения, анализа и синтеза с философскими и психологическими представлениями, проецируя сформированное промежуточное представление о целях на деятельность комплекса:

1) потребности в результатах действий комплексов и сами результаты объективны, в то время как цели, являющиеся связующим звеном в цепочке «потребности → цели → результаты» и намечающие представляющие ценность результаты действий, субъективны, но должны и могут быть объективированы;

2) в формулировке цели определяется возможный результат действия, который становится реальной сущностью после целедостижения. Вместе с тем имеют место идеальные интервальные цели, в том числе, потенциально недостижимые;

3) целеполагание реализуется на уровне подсознания («пассивный» интеллект ЛПР посредством генетических программ и интуиции формирует образ будущего результата действия в контексте сохранения комплекса и предотвращения угроз со стороны окружающей среды) и на уровне сознания («активный» интеллект ЛПР посредством эмоций, практического мышления, психических механизмов сбора информации и управления деятельностью на основе системы ценностей уточняет образ представляющего ценность будущего результата действия, отображая его в формулировке цели);

4) цель комплекса, полагаемая ЛПР пассивна, но как проект осуществления результата деятельности, определяющий системную упорядоченность действий по целедостижению, способов и средств их реализации, цель активна, детерминирует активность ЛПР, направляет и организует его деятельность;

5) в целях как в целом намечаются потенциальные результаты деятельности комплекса и средства их осуществления: идеальные или реальные;

6) смысловое поле концепта «цель» составляют многие категории и понятия, имеющие большой объем. Наиболее важны из них: образ, предмет, результат, средство, свойство, целостность, отношение, ценность, целеполагание, целедостижение, анализ, синтез, надцель, подцель, логическое значение. Однако перечисленные понятия требуют конкретизации

применительно к специфике комплекса, которая должна быть отражена в языках описания целей и логических связей между ними;

7) субъективность целеполагания создает свободу выбора целей и средств их достижения, однако при государственном регулировании деятельности комплексов, эта свобода ограничена необходимостью совмещения целей комплекса, с одной стороны, с надцелями (целями его надсистем) и объективными потребностями окружающей среды, а с другой – с подцелями (целями его подсистем);

8) целеполагание и целедостижение, анализ и синтез целей – диалектически единые процессы; при этом для обоснования подцелей в («аналитических») структурах целей необходимы и достаточны семантические правила соответствующих языков, а для обоснования целей в («синтетических») структурах необходима внеязыковая информация.

Сформированное представление о целях, дополненное эмпирическим материалом по формулировкам целей комплексов и результатами анализа структур целей ряда производственных комплексов [5] позволило уточнить содержание основных семантических компонентов понятия «цель» производственного комплекса, необходимых для решения проблемы формирования систем целей.

Воспользуемся нотацией Бэкуса-Наура для описания этого понятия:

< цель >::=< представляющий ценность будущий результат действия >
[<структура>] [<время>]
< представляющий ценность будущий результат действия >::=
ЦЕННОСТНОЕ ОТНОШЕНИЕ <имя базового предмета> |
ЦЕННОСТНОЕ ОТНОШЕНИЕ <имя базового предмета><список свойств >
< список свойств > :: = < с-свойство> | < свойство > |
< с-свойство > < список свойств > | < свойство > < список свойств >
< с-свойство >::= ЦЕННОСТНОЕ ОТНОШЕНИЕ < свойство > **...** (1)

Два последних компонента в первом правиле из (1), выделенные квадратными скобками, необязательны. Действительно, не всякий намечаемый целью представляющий ценность будущий результат требует структурного представления. Так, этого не требует результат простого действия, реализуемый простыми или имеющимися в комплексе средствами. Соответствующую цель будем называть простой, а цель, требующую выполнения системы действий, средства реализации которых в комплексе отсутствуют или не известны, – сложной. Следствием сложности цели является ее анализ и полагание подцелей, в частности, по средствам осуществления намеченного целью будущего результата действия. Структурная увязка цели и подцелей осуществляется с помощью семантического отношения подчинения с именем «результат – средство». Что касается второго необязательного компонента, то определение времени достижения целей (как и ресурсов других видов) характеризует задачу целедостижения [6].

Исходя из этого, во-первых, в обязательном компоненте первого правила из (1) выделим две семантически различные части: «представляющий ценность» (ценностное субъектно-объектное отношение) и «будущий результат действия» (в производственных системах – предмет [3]). Во-вторых, для эффективного управления и функционирования производственного комплекса определим следующие классы целей: 1) экономические; 2) управленческие; 3) производственные; 4) экологические; 5) социальные; 6) научно-технические.

С учетом масштабности, сложности, большой продолжительности «жизненного цикла» (ЖЦ) комплексов, динамичности данных систем и неопределенности окружающей среды, целесообразно различать цели введенных выше классов по следующим признакам: а) постоянные и временные; б) конечные и промежуточные; в) долговременные и кратковременные; г) сложные и простые; д) глобальные и локальные; е) главные и неглавные; ж) определенные и неопределенные.

Анализ рассмотренных классов целей комплекса позволил сделать вывод о том, что содержание, степень сложности и неопределенности целей зависит от стадии его ЖЦ, степени сложности системы данного класса и неопределенности ситуации, складывающейся в ней и окружающей среде, от периода управления и других факторов, всесторонний учет которых при полагании и достижении, анализе и синтезе целей будет способствовать правильной их постановке и подготовке решений по комплексу, удовлетворяющих требованию системности.

Для обеспечения требуемого качества управления комплексами конкретизируем структуру формулировок целей производственных систем, исследованную лингвистами. В целях часто отражаются свойства комплекса и его компонентов, прагматика которых выражает их виды, способствующие правильному управлению и выработке целей данных объектов. Виды свойств: функциональные (СФ), в том числе роли предметов как результатов действий или средств их осуществления; характеристические (СХ); именные (СИ) и физические (СЗ). Свойства первых трех видов измеримы в шкалах наименований, а последнего – в более «сильных» шкалах: абсолютных (определенные цели) и порядковых или интервальных (неопределенные цели). В итоге правила списка (1) дополнены определением прагматики и семантики свойств будущего результата действия или средства его осуществления.

Таким образом, семантика цели комплекса выражается именами предметов, замещающих роли, и именами свойств, замещающих виды свойств (для физических свойств – это имена свойств, единицы измерения и области значений), а прагматика цели комплекса – ценностным отношением (целевая модальность), именами ролей, выражающими ролевую предназначенность (общий характер функций) предметов, и именами видов свойств предметов, обеспечивающих выполнение соответствующих ролей.

В логической структуре языка лингвисты трактуют целеполагание как мнение и процесс его формирования и, исходя из субъективности целей и того факта, что высказывания о них являются аксиологическими (оценочными), относят мнение-оценку к субъективному знанию, придавая ему статус субъективной истины, а ошибки целеполагания объясняют проблемами неопределенности связей дальних и ближних целей, вызываемыми использованием в данном процессе естественного языка (ЕЯ). Это служит дополнительным подтверждением философского положения, конкретизированного нами следующим образом: ЕЯ-средств недостаточно для логически правильного синтеза целей комплекса. Учитывая необходимость анализа и синтеза целей комплекса для формирования системы его целей и достаточность прагматико-семантических правил подмножества ЕЯ, используемого в соответствующей предметной области, для обоснования результатов анализа и полагания целей, рассмотрим возможности формализации рассуждений об анализируемых и полагаемых целях с помощью средств, которыми располагает современная логика.

В логике для описания и исследования обозначенной проблемы предложен ряд формальных аксиологий, построенных как расширения исчисления высказываний и предикатов. Для исследуемого случая интерес представляет $Gu - Hu - D3$ – логика [7], обеспечивающая увязку абсолютно и утилитарно ценных объектов, с которыми могут быть сопоставлены цели по результатам действий и цели по средствам осуществления результатов. Однако, как показал предварительный анализ, проведение рассуждений о целях комплекса на основе указанного и аналогичных логических средств вызывает трудности, обусловленные, во-первых, их непредназначенностью для работы с целями, описанными в лингвистической форме, удобной для ЛПР и выражающей семантику предметной области. Во-вторых, они представляют собой статические средства в том смысле, что не имеют механизма самоперестройки, а значит, не приспособлены для функционирования в изменяющихся системах, какими являются комплексы и окружающая их среда. Наконец, такие средства не располагают возможностями обнаружения, идентификации, интерпретации и корректировки логических ошибок анализа и полагания целей.

Неэффективность формальных аксиологий для решения рассматриваемой проблемы обусловлена общими для формальных систем свойствами: 1) вывод формул в них не является целенаправленным; 2) множество выводимых формул не меняется в зависимости от порядка присоединения следствий; 3) множество аксиом и правил присоединения следствий в процессе многошагового вывода остается неизменным; 4) интерпретация формальных систем не меняется при фиксированных синтаксических правилах. Дополнительные трудности привносит целеполагание, налагающее прагматико-семантические ограничения на вывод полагаемых «подцелей», не все из которых могут быть описаны формально и в то же время эффективно для обработки (как показал предварительный анализ, описания целей комплексов на языке формальных систем являются слишком громоздкими, маловыразительными, сложными для восприятия).

Проведенная классификация методов анализа целей [8] позволила обоснованно выбрать класс комбинированных методов, с помощью которых становится возможным описывать сложные цели и решать проблемы целеполагания в рамках единого подхода, реализуемого в соответствующей семиотической системе. Теория современных семиотических моделей [9,10] и лингвистические средства, разработанные для описания целей комплексов [11], создают возможность проведения корректных рассуждений, основывающихся на прагматике и семантике целей и отношений между ними.

Для их реализации в процессе целеполагания выделены два подпроцесса: 1) субъективное полагание (образование и формулирование) цели ЛПР с представлением результатов в лингвистической форме, обеспечивающей формализацию внешней семантики целей; 2) преобразование лингвосемантического описания цели в соответствующее логико-семантические описание (суждение). Затем проводится анализ правильности интуитивного рассуждения о паре суждений <цель, подцель> или <подцель, подцель>, осуществляемого в ходе анализа субъектом цели и полагания «подцели». Для этого строится соответствующее дискурсивное рассуждение, на основе которого в случае ошибочности интуитивного рассуждения вырабатываются рекомендации по исправлению ошибок субъективного целеполагания.

Логическая правильность рассуждений о целях. Под логической правильностью рассуждений об анализируемых целях и полагаемых «подцелях» в первом приближении естественно понимать: определенность смысла целей и их структур; соответствие рассуждений о целях закону исключенного третьего; последовательность рассуждений о целях (в структуре целей каждая «подцель» зависит от

непосредственно связанной с нею цели); доказательность рассуждений о целях, основой которой являются выражаемые импликативными формулами закономерности предметной области.

Лингвистические средства описания целей. Лингвистические средства, ориентированные на восприятие ЛПР, позволяют преодолеть трудности, обусловленные, с одной стороны, сложностью и многозначностью ЕЯ-формулировок целей, а с другой – необходимостью эквивалентных формально-логических преобразований целей. Разделение средств описания целей на лингвистические и логические не является абсолютным. Лингвистическое описание построено на основе логической «сетки», обеспечивающей соотнесение его компонентов с универсальными категориями логики: существительных – с предметами, прилагательных – с атрибутами (свойствами), простых инфинитивных предложений – со специального вида атрибутивными суждениями, расширенных инфинитивных предложений – со сложными суждениями импликативного типа. Такие лингвистические описания легко преобразуются в соответствующие формально-логические и в совокупности с ними адекватно представляют ЕЯ-формулировки, создавая возможность логико-лингвистического моделирования рассуждений о целях.

Для удовлетворения этим требованиям разработана лингвистическая модель представляющая знания, заключенные в формулировке цели комплекса. Требованиям, которые сформулированы на основе анализа моделей представления знаний и эмпирического материала формулировок целей, удовлетворяет модель специфического ролевого фрейма действия (внешняя модель, ориентированная на ЛПР) и двухуровневая контекстно-свободная (КС) грамматика (внутренняя модель, ориентированная на формальную систему).

Пример фрейма «средства – результат» для операции «переработка»:

<Переработка:< 1: агенс > < 2: технология управления > < 3: техника > < 4: исходный объект >
< 5: технология производства > < 6: место > < 7: конечный объект > >,

где конечный объект – роль результата, а агенс, технология управления, техника, исходный объект, технология производства, место – роли средств операции «переработка» (вместо имен ролей могут использоваться сопоставленные им номера – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7).

Представление цели в виде фрейма «средства – результат» является вспомогательным в том смысле, что собственно целью является один из двух типов его ролевых компонентов – конечный объект (в случае «цели-результата») либо средство (в случае «цели-средства»).

Модель слота ролевого фрейма действия обеспечивает формирование производного предмета как компонента действия из базового предмета (элемент действия) и базовых свойств посредством правил КС-грамматики с дальнейшим регламентированием внутриролевого контекста правилами, играющими роль ограничений неявно определенных семантических отношений между свойствами предметов.

Ролевой контекст, имеющий место в формулировках целей, отображает обобщенную прагматику компонентов действий по целедостижению. При этом имеют место два случая. В первом полагается «цель-средство» (т.е. цель по предмету, замещающему роль средства осуществления результата действия), ролевой контекст которой составляют средства с другими ролями, в том числе целевые, и получаемый с их помощью нецелевой результат. Во втором полагается «цель-результат» (т.е. цель по предмету, замещающему роль результата действия), ролевой контекст которой составляют нецелевые средства осуществления результата.

Лингвистическая модель цели использована для построения языка целей комплекса (ЯОЦ), задаваемого двухуровневой КС-грамматикой, которая расширена рядом контекстных правил. Язык позволяет описывать целевую ситуацию, выражаемую формулировкой цели, в виде предложения-цели, состоящего из ролевых фраз (производных предметов), некоторые из них выражают собственно цель, а другие являются ее контекстом.

Упрощенный формат целевой фразы такого предложения-цели:

<фраза предложения-цели>::=<ценностное отношение><имя роли предмета><значение роли>,

< ценностное отношение >::= G

<имя роли предмета>::=агенс | технология управления | техника | исходный объект | технология производства | место | конечный объект

< значение роли >::=< базовый предмет > | < производный предмет >

Итак, в общем случае прагматика собственно цели (фраза предложения-цели) выражается ценностным отношением, именем роли и именами видов свойств, а семантика – именами базовых предметов и базовых свойств. Предложение-цель дополнительно к этому выражает семантику цели с помощью межвидового контекста и прагматику цели с помощью межролевого контекста.

Пример. Цель по средству осуществления результата («цель-средство»):

– ЕЯ-формулировка – «создать оборудование для производства пищевой продукции»;

– цель на ЯОЦ – < < G техника оборудование > < исходный объект рыба > < конечный объект продукция СХ пищевая > >.

Логические средства рассуждения о целях. Указанные выше недостатки формальных систем преодолены в семиотической системе рассуждений об анализируемых ЛПР целях и полагаемых «подцелях», представленных в лингвистической форме.

Под семиотической системой логико-лингвистического типа, обозначим ее через W, понимается система, наделенная процедурами изменения множеств, определяющих ее формальную подсистему, и задаваемая как: $W =< T, B, A, P, \quad \Psi_T, \Psi_B, \Psi_A, \Psi_P >$, где T – множество основных символов; B – множество синтаксических правил; A – множество элементов базовых знаний о предметной области; P – множество правил вывода (прагматико-семантические правила); $\Psi_T, \Psi_B, \Psi_A, \Psi_P$ – правила изменения соответственно множества T, B, A, P [9]. Другое отличие W от формальной системы – специфика элементов указанных множеств: во множество T включены переменные для обозначения фраз предложений-целей и имен определенных на них семантических отношений. Лингвистическая интерпретация фраз целей создает возможность интерпретации отношений между ними, а в случае ошибочного полагания «подцелей» – исправления ошибок путем имитации правильного целеполагания. Имитация базируется на закономерностях анализа и полагания целей в комплексе, выражаемых специальными аксиомами системы, которые определяют семантические отношения между целями и используются в качестве условий применимости правил вывода полагаемых «подцелей» из анализируемых целей.

В отличие от формальной системы, в которой действует закон абсолютного противоречия, выражающий невозможность одновременного вывода утверждения и его отрицания, и вытекающий из него принцип абсолютного непротиворечия, логико-лингвистической модели рассуждений об анализируемых целях и полагаемых «подцелях» сопоставлен закон модельного противоречия и принцип модельного непротиворечия, которые являются относительными в том смысле, что ограничиваются тем или иным возможным (но не альтернативным) миром указанной модели. Однако поскольку логическая правильность рассуждения о цели и «подцелях» в некотором возможном мире логико-лингвистической модели определяется допустимыми в нем семантическими отношениями, которые выражают подчинение целей и основываются на соответствующих знаниях модели о комплексе, закономерностях предметной области, базовых стратегиях анализа и полагания целей систем и теории понятий, это создает возможность в процессе логико-лингвистического моделирования рассуждений о целях выявлять не только противоречия, но и паралогизмы других типов. Положенная в основу классификации ситуаций на целях куста их структуры сравнимость (несравнимость), совместимость (несовместимость) целей, позволили определить следующие основные типы логических ошибок в рассуждениях субъектов о целях и «подцелях»:

1. Сравнимость целей: 1.1) равнозначность целей – синонимичность или дублетность «подцели»; 1.2) логическое подчинение «подцелью» цели – обратное подчинение целей; 1.3) прерывность рассуждения – пропущена цель; 1.4) перекрещивание целей – частичное подчинение целью «подцели»; 1.5) противоречивость целей – полагаемая «подцель» есть отрицание анализируемой цели. 1.6) неполнота куста (пропущены «подцели»).
2. Несравнимость целей – изолированность «подцели».

При логико-лингвистическом моделировании рассуждений о целях логические ошибки первого и второго классов заменяют понятие модельного противоречия в некотором возможном мире на понятие модельной ошибки целеполагания.

Логико-лингвистическая система S рассуждений о целях построена как семиотическая система класса $SW1$ [10] и представляет собой частично упорядоченное множество формальных подсистем $S_{ki} =< T_{ki}, B_{ki}, A_{ki}, P_{ki} >$. Поэтому S представляет собой способ задания логической семантики, основывающейся на представлении о множестве возможных миров, каждому из которых соответствует формальная подсистема системы S.

Для реализации ситуативной семантики предметной области каждый возможный мир системы S сопоставлен с классом ситуаций на целях, а переход из одного мира в другой осуществляется с помощью отношения достижимости миров. Для внешней интерпретации разработана и используется модель M базовых знаний, выражающая прагматико-семантические знания о базовых (простых) предметах комплекса, ролях, базовых свойствах предметов, видах свойств, семантических отношениях, определённых на предметах и свойствах.

Семантика системы S построена на основе модифицированной модели Крипке K, задаваемой парой $K =< K_1, K_2 >,$ первый компонент которой определяет внутреннюю (постоянную) семантику S, а второй задает ее внешнюю (переменную) семантику. На основе K осуществляется интерпретация объектов логико-лингвистической модели: из формул, истинных в K_1, на основе K_2 выделяются те, которые являются истинными в рассматриваемом состоянии S.

Заключение

Предложенное системное представление о целях организационно-технических комплексов производственной сферы использовано для уточнения системно-целевого подхода к управлению данными объектами, способствующего выработке решений, системность которых обеспечивается за счет системности их целей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 12, с. 23.
2. Леонтьев А.Н. Проблемы развития психики. – М.: Изд-во МГУ, 1981. 584 с.
3. Логический анализ языка: Избранное 1988–1995 / Редкол. Н.Д. Арутюнова, Н.Ф. Спиридонова. – М.: Индрик, 2003. 696 с.
4. SMART Goal Setting // Official site of company 'Goal Setting Guide'. – URL: http://www.goal-setting-guide.com/smart-goals.html (the date of access – 15.02.2009).
5. Вопросы формирования дерева целей для целевых комплексных программ: Отчет о НИР / Рук. В.Ф. Пономарев; Отв. исп. Л.М. Лукьянова; № ГР 01870063849; Инв. № 028210.15908, 1981. – Калининград: КТИРПХ 1981. 110 с. // ВНТИЦентр: Сб. реф. НИР и ОКР, серия 4, № 9, 1983, реф. 50.09.83.249.
6. Проблемы программно-целевого планирования и управления / Под ред. Г.С. Поспелова. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. литературы, 1981. – 464 с.
7. Ивин А.А. Основания логики оценок. – М.: Изд-во МГУ, 1970. 230 с.
8. Lukiyanova Lyudmila M. Systems Analysis: The Structure-and-Purpose Approach Based on Logic-linguistic Formalyzation. International Journal «Information Theories & Application», Vol.10. Number 4. – Sofia: 2003. P. 380–387. URL: htpp://www.foibg.com/ijita/ijfv10.htm>
9. Поспелов Д.А. Логико-лингвистические модели в системах управления. – М.: 1981. 232 с.
10. Осипов Г.С. Две задачи теории семиотических моделей управления. Часть 2: Семантический анализ // Изв. АН СССР: Технич. к-ка, № 1, 1982. – С. 131–137.
11. Лукьянова Л.М. Адаптивный язык представления цели в системе логико-лингвистического моделирования целеполагания // Труды СПИИРАН. – СПб.: Наука, 2004. – Вып. 2, Т. 1. – С. 64–89.

Шкиртиль В.И. Никифоров В.В., Михайлов А.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

СИГНАЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ В СТАНДАРТАХ НА ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ

Введение

В ряду актуальных направлений совершенствования разработки автоматизированных систем, улучшения их характеристик, повышения надежности и предсказуемости их поведения можно отметить развитие технологий верификации программных продуктов, обеспечивающих функционирование таких систем. Для программных приложений, обеспечивающих функционирование систем реального времени (СРВ) ключевыми требованиями, подлежащими верификации, являются требования гарантий своевременности выполнения реализуемых ими функций.

Широкое разнообразие внешних объектов, разнообразие взаимосвязей и быстродействия этих объектов, обусловливает построение программных приложений для систем реального времени (СРВ) в виде множества относительно самостоятельных взаимодействующих (кооперативных) задач [1]. В многозадачной системе длина интервала времени выполнения задачей возлагаемых на нее функций (время отклика) зависит не только от объема исполняемых действий, но и от продолжительности ожидания завершения действий, выполняемых другими задачами, что приводит к взаимному влиянию (интерференции) задач, приводящему к более или менее значительному увеличению их времени отклика.

В числе факторов, влияющих на время отклика задачи, можно отметить фактор веса, фактор приоритета, фактор блокирования [2]. Фактор веса задачи — объем процессорного времени, расходуемого задачей для выполнения своих вычислений. Фактор приоритета — продолжительность ожидания задачей исполнительного ресурса (ресурса процессора), занятого более приоритетными задачами.

Для задач, разделяющих наряду с исполнительным ресурсом и пассивные (информационные) ресурсы, время отклика может увеличиваться за счет задержек, связанных с контролем разрешения входа в критические интервалы по доступу к таким ресурсам. Если требуемый информационный ресурс занят низкоприоритетной задачей, то высокоприоритетная задача, запрашивающая этот ресурс, вынуждена ожидать момента его освобождения. Ситуацию, в которой одна задача ожидает освобождения ресурса, занятого другой задачей, называют блокированием задачи. Соответствующую составляющую времени отклика задачи называют фактором блокирования. Переход исполняемой задачи в состояние блокирования и выход из этого состояния осуществляется путем использования межзадачных интерфейсов специального вида — сигнальных интерфейсов.

Методы оценки времени отклика, определяемого факторами веса, приоритета и блокирования, разрабатывались на протяжении последних десятилетий для систем с классическими одноядерными процессорами, для многопроцессорных систем и систем с многоядерными процессорами [3,4]. Однако, не для всех программных приложений СРВ взаимное влияние задач на продолжительность их исполнения ограничивается перечисленными факторами. В ряду факторов, влияющих на значение времени отклика может возникать фактор предшествования. Возникновение этого фактора

вызывается тем, что использование некоторых разновидностей межзадачных интерфейсов приводит к задержке исполнения задач не только у входа в критические интервалы, но и в связи с тем, что исполнение очередного сегмента задачи может начаться только после получения сигнала, завершающего некоторый сегмент другой задачи [5]. Подобные отношения между задачами называются отношениями предшествования.

В практических разработках программных приложений для СРВ встречается большое разнообразие типов сигнальных интерфейсных элементов, обеспечивающих соблюдение отношений предшествования (очереди синхронизирующих сообщений, механизмы приостановки/возобновления исполнения задач, различные разновидности семафоров, шкалы событий, рандеву, и т.п.). Методы оценки влияния фактора предшествования на время отклика задач предлагались лишь для ограниченного применения отдельных сигнальных механизмов. На сегодня не ясно, какой набор разновидностей сигнальных интерфейсов отвечает принципу разумной достаточности. В этой связи представляет интерес сравнение наборов сигнальных интерфейсов на различных этапах развития межзадачных интерфейсов в СРВ и в различных стандартах на операционные системы для СРВ (ОСРВ).

1. Мобильность операционных систем и программных приложений

До середины 1970-ых годов операционные системы разрабатывались для конкретных компьютеров. Например, операционная система (ОС) для ЭВМ типа Минск не могла использоваться в ЭВМ типа БЭСМ, перенос ОС с ЭВМ одного типа на ЭВМ другого типа был невозможен в связи с тем, что в качестве основного языка разработки каждой ОС использовался язык ассемблера конкретной ЭВМ. В те годы выразительные средства универсальных языков программирования (Алгол, Фортран и др.) ограничивались абстрактными объектами — числами, символами, массивами и операциями над этими абстрактными объектами. А значительная часть функций ОС связана с доступом к конкретным физическим объектам — конкретным ячейкам физической памяти, рабочим регистрам процессора, интерфейсным регистрам периферийных блоков ЭВМ. Для представления алгоритмов, содержащих операции над такими физическими объектами разрабатывались языки ассемблера, специфические для каждой ЭВМ. Попытки разработать язык универсального ассемблера, который обеспечивал бы переносимость программных комплексов, оперирующих с оборудованием ЭВМ (таких программных комплексов, к ряду которых относятся и операционные системы), не увенчались успехом. Прорывным событием в этом направлении явилась разработка языка Си — ключевая особенность языка Си состоит в сочетании его универсальности с возможностями доступа к конкретным физическим объектам ЭВМ. Операционная система UNIX, разработанная на языке Си, стала первой ОС, обладающей свойством мобильности — пригодностью для адаптации к работе на ЭВМ различных типов.

Появление мобильных ОС существенно расширило возможности повторного использования программных продуктов и, как следствие, повысило эффективность разработок различных программных средств: программные приложения, созданные для функционирования под управлением конкретной ОС, получили возможность работать на различных аппаратных платформах за счет мобильности используемой ОС.

Следующий шаг в направлении повышения эффективности разработок программных средств — обеспечение мобильности программных приложений.

Под мобильностью программных приложений понимается обеспечение возможности адаптации прикладных программ к работе под управлением различных операционных систем. При обеспечении такой мобильности два программных приложения, разработанные для исполнения под управлением различных ОС, могут быть объединены в единое приложение. Мобильность приложений может быть обеспечена путем использования общего (для объединяемых приложений) стандарта на интерфейс прикладных программ. Под интерфейсом прикладных программ (ИПП) понимается состав средств и способов взаимодействия прикладных программ с операционной системой.

2. Сигнальные интерфейсы

Задачи объединяются в систему множеством взаимных связей (межзадачных интерфейсов), обеспечивающих

- прием/передачу информационных посылок,
- корректное разделение системных ресурсов между исполняемыми задачами,
- должный порядок исполнения сегментов кода, принадлежащих различным задачам.

Реализация механизмов межзадачных связей возлагается на операционную систему: информационные объекты (интерфейсные элементы), связанные с функционированием таких механизмов, контролируются операционной системой. Доступ к ним со стороны приложений, как и к любым системным объектам, осуществляется путем соответствующих обращений к операционной системе (т.е., через ИПП).

В таблице 1 представлены два принципиально различных вида информационных посылок: кодовые и сигнальные информационные посылки.

Таблица 1

Кодовые и сигнальные информационные посылки

Аспекты информационных обменов	Виды информационных обменов	
	Кодовый	Сигнальный
Способ представления информации	Синтаксическая форма посылки	Привязка посылки к моменту времени
Число различаемых синтаксических форм	Две или более	Единственная форма (предопределенна)
Сторона, определяющая момент восприятия	Приемник посылки	Источник посылки
Особые требования к состоянию приемника в момент формирования посылки	Отсутствуют	Приемник в состоянии ожидания посылки

Сигнальная информационная посылка отличаются тем, ее передача означает возникновение некоторого события, ожидаемого приемной стороной. Содержание сигнальной информационной посылки состоит в извещении о наступлении момента возникновения ожидаемого события. В отличие от кодовой информационной посылки, содержание которой передается выбором соответствующей синтаксической формы, форма сигнальной информационной посылки предопределена.

Радикальное различие двумя рассматриваемыми видами информационных посылок состоит в том, какая из сторон (передающая или принимающая) определяет момент восприятия посылки. В варианте кодовом передающая сторона оставляет генерируемую посылку в интерфейсном элементе, где эта посылка хранится до тех пор, пока принимающая сторона не извлечет ее из интерфейсного элемента. Момент восприятия кодовой посылки определяется тем, когда принимающая сторона извлекает посылку из интерфейсного элемента. В варианте сигнальном передаваемая посылка воспринимается принимающей стороной непосредственно в момент ее генерации. Таким образом, момент восприятия сигнальной посылки определяется передающей стороной.

В случае сигнального варианта интерфейсный элемент не хранит генерируемую информационную посылку. Прием сигнальной посылки происходит лишь при условии, что принимающая сторона находится в состоянии ожидания этого сигнала. Иначе генерируемый сигнал пропадает.

Рис. 1. Расщепление оператора приема сигнальной посылки

Рисунок 1 иллюстрирует тот факт, что операция приема сигнальной посылки может выполняться неопределенно долго, исполнение оператора приема сигнальной посылки расщепляется на две фазы:

– первая фаза, приостановка исполнения текущей задачи, перевод ее в состояние ожидания момента поступления требуемого сигнала;

– вторая фаза, выход задания из состояния ожидания.

ОСРВ реализуют более или менее широкий набор разновидностей межзадачных интерфейсов.

В таблице 2 приведены примеры сигнальных интерфейсных механизмов.

Таблица 2

Примеры механизмов приема/передачи сигнальных посылок

Тип механизма	**Передача**	**Условие приема**
Сигнал, адресуемый конкретному заданию	Выполнение оператора send_signal(<job_ID>)	Принимающее задание выполняет оператор wait()
Выдержка временного интервала	Выполнение оператора sleep(<длительность>)	Ожидание момента завершения заказанного временного интервала
Активизация задачи	Выполнение оператора activate_task(<task_ID>)	Отсутствие однотипных заданий или возможность буферизации

В таблице 3 приведены примеры кодовых интерфейсных механизмов.

Таблица 3

Примеры механизмов приема/передачи кодовой информации

Тип механизма	Передача	Прием
Доступ к глобальным структурам данных	Модификация значений глобальных переменных	Извлечение значений глобальных переменных
Установочные сообщения (state messages)	Оператор типа send (<что>, <куда>)	Оператор типа receive (<откуда>)
Накопители сообщений (queued messages)	Оператор типа send (<что>, <куда>)	Оператор типа receive (<откуда>)

Наряду с чисто сигнальными и чисто кодовыми интерфейсными механизмами в системах реального времени используется широкий набор комбинированных (сигнально-кодовых) межзадачных интерфейсов. Примеры таких комбинированных механизмов приведены в таблице 4.

При использовании сигнально-кодовых интерфейсных элементов передаваемые через них информационные посылки могут (в зависимости от текущего состояния интерфейсного элемента) иметь либо кодовую, либо сигнальную природу. Интерфейсный элемент типа семафора может находиться в состояниях «открыт» или «закрыт». Если семафор открыт, то операция закрытия семафора выполняется как операция приема кодового сообщения — текущая задача не попадает в состояние ожидания, состояние семафора изменяется, а текущая задача без задержки продолжает исполняться. Если в момент выполнения операции закрытия семафора обнаруживается, что семафор уже закрыт, то исполнение текущей задачи приостанавливается до получения через этот семафор сигнальной посылки от другой задачи, выполняющей операцию открытия семафора.

Интерфейсные элементы, соответствующие другим разновидностям сигнально-кодовых механизмов, приведенным в таблице 4, могут аналогично семафору в зависимости от своего текущего состояния обеспечивать передачу либо сигнальной, либо кодовой информации. В случае синхронизирующих очередей сообщений комбинированный характер этого сигнально-кодового механизма проявляется еще и в том, что при возобновлении исполнения приостановленной задачи она вдобавок к сигналу о возможности продолжать свое исполнение получает и кодовую информацию в виде содержания принимаемого сообщения. Условимся называть сигнальными не только чисто сигнальные, но и сигнально-кодовые интерфейсы.

Таблица 4

Примеры комбинированных сигнально-кодовых механизмов приема/передачи информационных посылок

Тип механизма	Операции приема/приостановки	Операции передачи/возобновления
Семафоры	Закрытие семафора	Открытие семафора
Синхронизирующие очереди сообщений	Получение сообщения из очереди	Передача сообщения в очередь
Шкалы событий	Проверка/ожидание заданной комбинации флагов событий	Установка флага события
Мьютексы	Захват ресурса	Освобождение ресурса
Условные переменные	Проверить/ожидать выполнение заданного условия	Изменение значения условной переменной

3. Практика реализации межзадачных сигнальных интерфейсов

Сигнальные и сигнально-кодовые межзадачные интерфейсы используются в программных комплексах для СРВ с 1960-ых годов. На хронологической шкале рисунка 2 представлен ряд значительных явлений, относящихся к практике использования сигнальных интерфейсов в разработках программных приложений для СРВ, а также к анализу выполнимости этих приложений. В период, предшествующий появлению мобильных ОС, операционные системы, ориентированные на поддержку приложений реального времени, предоставляли прикладным программам широкое разнообразие специфических вариантов межзадачных сигнальных интерфейсов. В 1968 году Э. Дейкстрой были предложены механизмы межзадачных сигнальных интерфейсов типа двоичных и считающих семафоров [6]. С тех пор большинство ОСРВ оснащается этими механизмами.

В начале 1980-ых годов широкое распространение получила мобильная операционная система XINU (справа налево читается как UNIX) [7]. Эта ОС, с исходным кодом, содержащим всего 4300 строк кода на языке Си и 550 строк ассемблерного кода, ориентированная на одноплатные 16-ти разрядные микро-ЭВМ, требовала лишь 4Кбайт памяти. В качестве межзадачных сигнальных интерфейсов в XINU были реализованы считающие семафоры, активизация одноразовых (one shot) задач и очереди синхронизирующих сообщений.

С появлением микроконтроллеров разнообразие ориентированных на них ОСРВ росло взрывообразно, в крупных фирмах каждое подразделение обзаводилось собственной ОСРВ. В состав сигнальных интерфейсов, предоставляемых такими ОСРВ, включались специфические варианты

доступа к ставшим традиционными сигнальным механизмам — активизация/завершение задач, приостановка/возобновление исполняемых задач, чисто сигнальные механизмы, семафоры, шкалы событий. При этом специфичны были и формат системных вызовов и детали реализации соответствующих им механизмов. Так возникла проблема: программные средства, создаваемые различными производителями, не могли объединяться в рамках единого программного комплекса. Для решения проблемы объединения в рамках единого программного комплекса программных средств, создаваемых различными производителями, разрабатываются стандарты на интерфейсы прикладных программ.

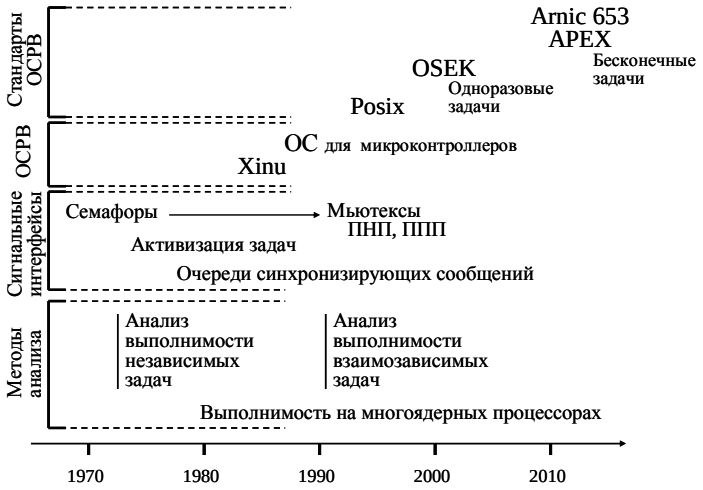


Рис. 2. Этапы развития методов и средств построения программных комплексов для СРВ

Стандарт POSIX. Первым широко распространенным стандартом на интерфейсы прикладных программ стал стандарт POSIX (Portable Operating System Interface), разработанный Международной организацией стандартов (ISO) к середине 1990-х годов. В основу стандарта положен интерфейс прикладных программ ОС Linux [8]. В дальнейшем для наиболее распространенных ОС были созданы POSIX-совместимые версии.

В состав интерфейса прикладных программ, определяемого стандартом POSIX, включены следующие разновидности сигнальных интерфейсов:

- очереди синхронизирующих сообщений,
- механизмы активизации/завершения задач,
- семафоры,
- мьютексы,
- условные переменные,
- внешние сигналы,
- выдержка временных интервалов.

Синхронизирующие механизмы типа мьютексов защищают разделяемые информационные ресурсы от нарушения их целостности путем предотвращения одновременной работы с этими ресурсами со стороны различных задач приложения. В целях обеспечения целостности для каждого из разделяемых информационных ресурсов строится соответствующий ему синхронизирующий элемент типа «мьютекс». В начале каждого критического интервала по доступу к ресурсу помещается операция захвата соответствующего мьютексу ресурса; в конце критического интервала помещается операция освобождения этого ресурса. Подобного эффекта можно было бы достичь и путем использования семафоров. Но, в отличие от семафоров, выполнение операций над мьютексами сопровождается дополнительными проверками и/или действиями, состав которых определяется связываемыми с мьютексами протоколами доступа в критические интервалы. Протоколы доступа защищают многозадачную систему от возникновения некорректных ситуаций типа инверсии приоритетов и взаимного блокирования исполняемых задач. Для защиты приложений от возникновения некорректных ситуаций в стандарт POSIX включен протокол превентивного наследования приоритетов — ППНП [1].

Включенные в состав стандарта POSIX условные переменные позволяют на уровне приложений реализовать практически произвольные сигнальные интерфейсы, например, любые модификации механизмов типа шкал событий.

Включение мьютексов в состав межзадачных сигнальных интерфейсов важно для построения приложений СРВ, допускающих анализ выполнимости задач и приложений реального времени. Первые работы, посвященные оценке выполнимости, появились на рубеже 1960-х –1970-х годов. В этих первых работах (в том числе в [3], наиболее часто цитируемой) рассматривались приложения реального времени, состоящие из независимых задач. Независимые называются задачи, не

попадающие в состояние блокирования — значение фактора блокирования для них равно нулю. В дальнейшем методы анализа выполнимости задач и приложений реального времени были распространены на приложения, содержащие задачи с ненулевым значением фактора блокирования при условии, что входы в критические интервалы по доступу к разделяемым информационным ресурсам охраняются синхронизирующими элементами типа мьютексов [1]. В 1990-ые – 2000-ые годы методы оценки выполнимости были обобщены на программные приложения реального времени для многопроцессорных систем и систем с многоядерными процессорами [4,9].

Внешние сигналы в POSIX выполняют для POSIX-процессов роль, аналогичную роли сигналов прерываний — при возникновении внешнего сигнала конкретного типа активизируется завершение исполнения sigwait-функции, обеспечивающей обработку сигналов этого типа. Ограничения на периодичность возникновения внешних сигналов относится к основным параметрам моделей, используемых для оценки выполнимости задач и приложений.

Выдержка временных интервалов для всех рассматриваемых стандартов выполняется идентично. Учет этого механизма при оценке выполнимости осуществляется тривиально.

Стандарт OSEK. POSIX-ориентированные ОСРВ, являющиеся наследниками ОС UNIX и Linux, переняли от этих своих предшественников повышенные требования к объемам используемой памяти и мощности используемых процессоров, что обуславливает определенные трудности внедрения таких ОСРВ в автоматизированные системы со сравнительно дешевыми микроконтроллерами. Возникла потребность разработки стандартов на интерфейсы прикладных программ, ориентированных на использование в конкретных предметных областях. К таким стандартам относится стандарт OSEK, разработанный группой европейских автомобилестроительных компаний для обеспечения мобильности программных приложений, предназначенных для управления системами и агрегатами автомобилей [10]. Аналогично тому, как в основу стандарта POSIX был положен интерфейс прикладных программ ОС Linux, в основу стандарта OSEK был положен опыт использования интерфейса прикладных программ операционной системы ERCOS ориентированной на применение в системах управления автомобилями [11]. В стандарт OSEK включены следующие разновидности сигнальных интерфейсов:

- очереди синхронизирующих сообщений,
- механизм активизации задач,
- мьютексы (именуемые в стандарте «ресурсами»),
- аппарат событий,
- выдержка временных интервалов,
- внешние сигналы.

В стандарте OSEK номинально отсутствуют семафоры, которые при необходимости могут моделироваться очередями заведомо пустых синхронизирующих сообщений. Двоичные семафоры могут моделироваться путем использования аппарата событий. Для защиты приложений от возникновения некорректных ситуаций в стандарте OSEK используется протокол пороговых приоритетов — ППП [1] . В отличие от ППНП, предлагаемого стандартом POSIX, используемый в OSEK протокол ППП защищает программное приложение от возникновения некорректных ситуаций не только при исполнении программного приложения однопроцессорной системой с классическим одноядерным процессором. Использование ППП, защищает программное приложение от возникновения некорректных ситуаций и при исполнении многоядерными процессорами.

Аппарат событий позволяет формировать шкалы событий, принадлежащих конкретной задаче. Выполнение каждой операции установки события адресуется конкретной задаче — события являются собственными интерфейсными элементами задач с множественными источниками.

Внешние сигналы (сигналы прерываний) генерируются периферийными устройствами, активизируют специальную разновидность задач — обработчики прерываний. Ограничения на периодичность возникновения внешних сигналов относится к основным параметрам моделей, используемых для оценки выполнимости задач и приложений.

APEX — спецификация интерфейса прикладных программ в рамках стандарта ARNIC 653. Еще одной предметной областью, для которой разработан стандарт интерфейса прикладных программ, является авионика. Спецификация APEX была разработана комитетом AEEC (Airlines Electronic Engeneering Committee) в рамках стандарта ARNIC 653, ориентированного на архитектуру компьютерных комплексов, обеспечивающих функционирование бортового оборудования самолетов [12]. В стандарт APEX включены следующие разновидности сигнальных интерфейсов:

- очереди синхронизирующих сообщений (именуемые в стандарте «буферами»),
- семафоры,
- события,
- выдержка временных интервалов,
- внешние сигналы.

Создаваемый буфер может быть объявлен либо простой очередью (без синхронизации), либо синхронизирующей. Передаваемые в буферы сообщения размещаются в порядке «первый пришел,

первый вышел» (First In / First Out — FIFO). Упорядочение задач, ожидающих поступление в буфер очередного сообщения, осуществляется либо по приоритетам, либо в FIFO порядке. Для синхронизирующей очереди возможно включение механизма таймаута. При генерации буфера устанавливается его объем, максимально допустимое значение его состояния (если оно равно единице, семафор работает как двоичный). Попытка передачи сообщения в до конца заполненный буфер, выполняется как пустая операция (буфер остается в прежнем состоянии, переданное сообщение пропадает).

При генерации семафоров устанавливается. максимально допустимое значение его состояния (если оно равно единице, семафор работает как двоичный). Упорядочение задач, ожидающих выполнение операции открытия семафора, осуществляется либо по приоритетам, либо в FIFO порядке. При выполнении операции над семафором с максимально допустимым значением состояния эта операция выполняется как пустая (состояние семафора остается прежним).

Интерфейсные элементы, обеспечивающие сигнальные взаимодействия типа событий, порождаются статически. Они являются разделяемыми сигнально-кодовыми интерфейсными элементами с множественными источниками.

Внешние сигналы генерируются синхронизирующими портами — завершают исполнение процедур receive_queuing_message и send_queuing_message.

Использование синхронизирующих интерфейсных элементов типа мьютексов интерфейсом APEX не предусмотрено. Соответственно, разработчик программных комплексов не имеет возможности рассчитывать на применение каких-либо протоколов доступа к разделяемым информационным ресурсам.

Заключение

Каждый из рассмотренных стандартов включает следующие разновидности сигнальных интерфейсов:

- очереди синхронизирующих сообщений,
- выдержка временных интервалов,
- внешние сигналы.

Ограничения на периодичность возникновения внешних сигналов относится к основным параметрам моделей, используемых для оценки выполнимости задач и приложений. Учет выдержки временных интервалов при оценке времени отклика задач осуществляется тривиально.

Очереди синхронизирующих сообщений представляют собой разновидность сигнальных интерфейсных элементов, обеспечивающих соблюдение отношений предшествования. Универсальных методов оценки влияния таких интерфейсов на величину времени отклика задач и на оценку выполнимости программных приложений реального времени не существует. Тем не менее, избежать использования очередей синхронизирующих сообщений при построении программных приложений реального времени, как правило, не удается. В этих условиях необходимо так ограничивать использование этих сигнальных интерфейсов, чтобы оставалась возможность применения каких-то специализированных методов оценки выполнимости. Общеупотребительных подходов к наложению таких ограничений на сегодняшний день не предложено.

Семафоры тоже относятся к сигнальным интерфейсам, для которых нет универсальных методов, обеспечивающих оценку выполнимости. Но для частных случаев, когда семафоры используются для охраны критических интервалов по доступу к разделяемым ресурсам, они могут замещаться мьютексами, для которых не только разработаны универсальные методы оценки выполнимости, но и протоколы, защищающие систему от возникновения некорректных ситуаций типа инверсии приоритетов и взаимного блокирования исполняемых задач. Возможно, поэтому в стандарте OSEK сигнальные элементы типа семафоров отсутствуют. Примечателен другой факт: в наиболее позднем из рассматриваемых стандартов APEX отсутствуют именно мьютексы. При этом, по-видимому, предполагается, что защиту от возникновения соответствующих некорректных ситуаций целесообразно возлагать на приложения.

Рассмотренные примеры состава сигнальных интерфейсов в стандартах на ОСРВ показывают, что общепринятую точку зрения на рациональный состав таких средств межзадачных связей в программных приложениях реального времени еще предстоит выработать.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров В.В., Павлов В.А. Структурные модели для анализа многозадачных программных систем. // Информационно-измерительные и управляющие системы, №7, 2011. С. 19–29.
2. Данилов М.В. Методы планирования выполнения задач в системах реального времени. // Программные продукты и системы. — 2001, №4. С. 28–35.
3. C.L. Liu, J.W. Layland, Scheduling Algorithms for Multiprogramming in a Hard-Real-Time Environment. // Journal of the ACM, 20(1), 1973, p. 46–61.
4. Baker T. Multiprocessors EDF and Deadline Monotonic Schedulability Analysis // Proceedings of 24 IEEE Real-Time Systems Symposium, 2003, p. 120–129.
5. Гуцалов Н.В., Никифоров В.В. Анализ выполнимости задач в системах реального времени. Труды СПИИРАН, вып.2, том 1. – СПб, изд. «Анатолия», 2004.

6. Э. Дейкстра. Взаимодействие последовательных процессов. В сб.: Языки программирования. //Под ред. Ф.Женюи.- М.: Мир, 1972.
7. D. Comer. Operating system design, the Xinu approach. Prentice-Hall, Inc. NJ, 1984, 474 с.
8. Кофлер М. Весь Linux. — М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. 880 с.
9. Никифоров В.В. Выполнимость приложений реального времени на многоядерных процессорах. // Труды СПИИРАН, Вып 8, –СПб.: Наука, 2009. С.255-284.
10. OSEK Operating System. 2005. — [Электронный ресурс:] osek-vdx.org/files/pdf/specs/os223.pdf
11. White paper ERCOS. Version 1.00. ETAS GmbH & Co: [Электронный ресурс:] http://www.etas.de, 36 p.
12. Райко Г.О., Рогожкин С.А., Павлов А.Н. ОСРВ на базе стандарта ARINC 653. – НИИ системных исследований РАН. — [Электронный ресурс:] sdat.ispras.ru/archive/2010/20100520_Raiko_Rogozhkin_Pavlov.pdf

Синещук Ю.И., Примакин А.И., Богданов А.В., Глушко В.С.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России,
Военный учебно-научный центр ВМФ «Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Государственный Эрмитаж

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СИЛОВЫХ СТРУКТУР

Успешное функционирование сложных систем связывается с достижением стабильности в результате компенсаций воздействующих факторов. Устойчивость (или «стабильность» в западной терминологии) определяется как способность или степень сопротивляемости (адаптивности) системы изменениям, позволяющее обеспечивать эффективное функционирование в реальных условиях обстановки [1].

Таким образом, устойчивость (стабильность) отражает механизмы адаптивности систем, обеспечивающих поддержание в определенных пределах их базисных характеристик и способность противодействовать внешним и внутренним дестабилизирующим факторам и принятие интенсивных мер по предупреждению вхождения системы в состояния, приводящие к деградации этой системы с потерей способности устойчивого развития. Определение этих «индикативных зон опасных состояний» и выбор достаточно эффективных мер противодействия деградационным процессам составляет основу решения проблемы устойчивости.

Под устойчивостью будем понимать внутреннее, комплексное свойство, определяющее способность системы как противостоять разрушающим его изменениям, так и противодействовать причинам их возникновения, сохраняя в этих условиях свою работоспособность и не допуская ущерба при ее потере.

Для построения моделей сложных систем управления и процессов управления используются положения теории иерархических систем. В соответствии с данной теорией существуют три класса иерархических структур, различающихся различными принципами взаимоотношений элементов, различным правом вмешательства элементов друг в друга. В этих классах используются понятия страт, эшелонов и слоев [2].

Страт определяет уровень абстрагирования системы или процесса, уровень их рассмотрения, уровень исследования. Такое рассмотрение системы, ее деление на подсистемы называется стратифицированным. Каждый страт рассматривает некоторый аспект, под которым рассматривается система или процесс. Система или процесс управления, таким образом, задается семейством отдельных уровней ее описания – семейством отдельных страт. На рисунке 1 приведен пример стратифицированного представления системы управления.

На каждом уровне рассматривается один из аспектов: функционирование системы, ее структура, протекающие информационные процессы, цели и задачи системы. Это позволяет найти компромисс между сложностью систем и процессов управления и допустимой простотой их описания. При этом может быть создана иерархическая система страт. Чем ниже в данной иерархии находится страт, тем более детальным становится описание. Чем выше страт, тем более четким становится представление как о едином целом.

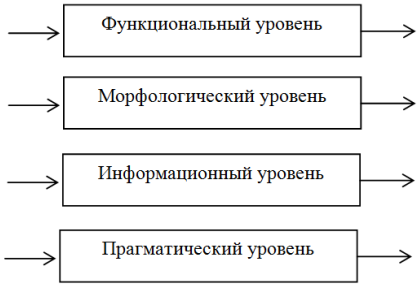


Рис. 1. Стратифицированное описание системы (процесса) управления

Понятие эшелона связано с понятием иерархической структуры системы (процесса) управления, в которой имеется несколько относительно самостоятельных систем (процессов), взаимодействующих между собой. Системы и процессы объединяются в отдельные эшелоны,

начиная с нижнего, имеющего первый номер, и заканчивая верхним, имеющим старший номер. Вышестоящие эшелоны имеют право вмешиваться в деятельность нижестоящих эшелонов. При этом нижестоящим эшелонам предоставляется некоторая свобода в реализации своих целей.

Так как сложные системы управления, как правило, являются многоцелевыми, то такая иерархия систем в этом случае согласуется с иерархией целей, с существующим деревом целей и задач, а также с организационной структурой системы управления. В самом простом случае иерархия структуры системы управления, иерархия целей и задач, а также иерархия организационной структуры совпадают. Однако это скорее исключение, чем правило. Это приводит к возникновению информационной перегрузки на отдельных эшелонах и в отдельных подсистемах, усложнению организации управления.

Структуризация системы с помощью слоев используется при исследовании сложных задач принятия решений, которые складываются из решения нескольких иерархически упорядоченных задач (проблем). Каждый слой иерархии определяется уровнем сложности решаемой задачи (проблемы) и предназначен для решения отдельной задачи (проблемы). Такая структуризация позволяет уменьшить степень неопределенности при принятии решения путем последовательного уточнения задачи или проблемы и поиска путей решения. Решение вышестоящей задачи или проблемы уменьшает неопределенность для нижестоящей задачи. В частности, при решении задач управления предполагается три уровня (слоя) иерархии: самоорганизация, адаптация, выбор (рисунок 2).

На уровне самоорганизации производится выбор стратегии управления, формирование замысла решения, закона управления P, показателей и (или) критерия эффективности управления W. На уровне адаптации производится сужение множества неопределенности управляющих решений U, снижение мощности множества возможных альтернативных решений. На уровне выбора происходит выбор варианта решения m из этого множества в соответствии с показателями или критерием эффективности управления [3].

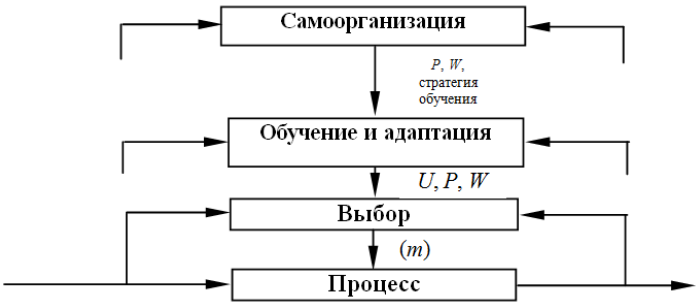


Рис. 2. Иерархия слоев принятия решения

Такое послойное построение также согласуется с организационной структурой системы управления. На каждом эшелоне (уровне) иерархии определены полномочия лиц, участвующих в подготовке и принятии решения.

Наиболее существенными аспектами исследуемого объекта обычно являются, в первую очередь, его свойства, структура и процесс функционирования.

При построении моделей необходимо выделить те свойства системы, которые для данной задачи выступают как основные – существенные (рисунок 3).

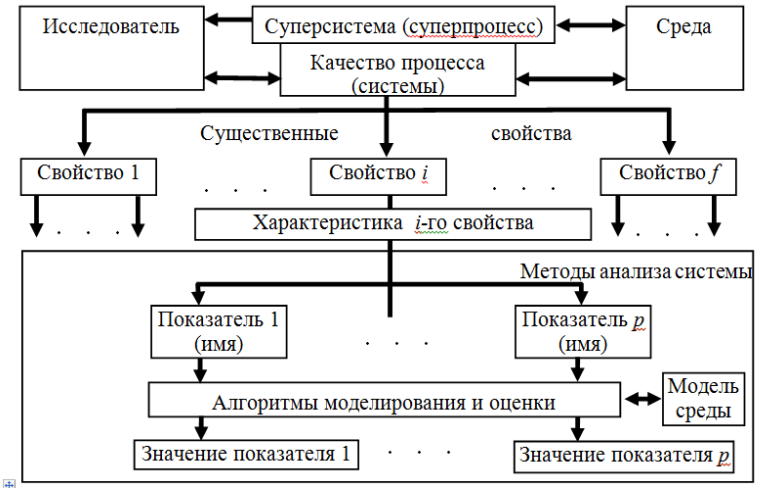


Рис. 3. Выделение, анализ и оценка существенных свойств процесса (системы)

В процессе моделирования, на всех его этапах исследователь вынужден постоянно решать вопрос – правильно ли создаваемая модель будет отображать оригинал, адекватна ли она ему? До тех пор, пока этот вопрос не будет решен положительно, ценность модели незначительна.

Требование адекватности находится в противоречии с требованием простоты. В процессе создания модели адекватность объективно нарушается из-за идеализации внешних условий и режимов функционирования, исключения тех или иных параметров, пренебрежения некоторыми случайными факторами. Отсутствие точных сведений о внешних воздействиях, определенных особенностях структуры и процесса функционирования системы, принятые способы аппроксимации и интерполяции, эвристические предположения и гипотезы также ведут к уменьшению соответствия между моделью и оригиналом. Вследствие отсутствия достаточно проработанной методики оценки адекватности, на практике такую проверку производят, либо, сравнивая результаты доступных экспериментов на объекте с аналогичными результатами, полученными в ходе машинных экспериментов, либо путем сравнения результатов, полученных на аналогичных моделях. Могут применяться и другие косвенные способы проверки на адекватность.

Понятие адекватности рассматривается как комплексное понятие, включающее понятия корректности, полезности и точности. Структура данного понятия приведена на рисунке 4.

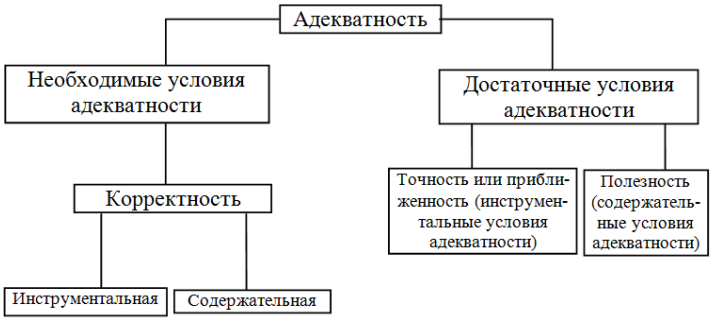


Рис. 4. Характеристика комплексного понятия «адекватность»

В данной структуре предусмотрено выделение двух аспектов: содержательного и инструментального. Эти аспекты связаны с этапами построения и практического применения математической модели. На первом этапе производится построение содержательной модели. На втором – ее формализация и использование для получения конкретных значений.

Понятия корректности, полезности и точности или приближенности модели близки друг к другу по смыслу и часто (особенно корректность и точность) понимаются как синонимы. Укажем на их отличия, в соответствии с рассматриваемой методологией.

Под корректностью модели понимается четкость, полнота содержательного описания модели, существование, устойчивость и единственный получаемый с помощью модели результат.

Под точностью модели понимают степень близости значений ее количественных характеристик (параметров) реальным параметрам системы или процесса.

Под приближенностью модели понимают степень близости качественных характеристик модели реальным характеристикам.

При использовании различных методов моделирования всегда возникает противоречие между требованием сложности модели и точности результатов моделирования, возникает вопрос обоснования адекватности модели, что приводит к необходимости решения задач верификации и валидации. Под верификацией понимается подтверждение на основе представления объективных свидетельств того, что установленные требования были выполнены, под валидацией понимается процесс демонстрации способности выполнить установленные требования.

По результатам проверки на адекватность делаются выводы о пригодности модели к проведению экспериментов. Если модель соответствует требованиям, то на ней проводят плановые эксперименты. В противном случае модель уточняется (корректируется) или полностью перерабатывается. При этом оценку адекватности модели необходимо проводить на каждом этапе моделирования, начиная с этапа формирования цели моделирования и постановки задачи на моделирование и заканчивая этапом выработки предложений по использованию результатов моделирования [4,5].

Рассмотренные особенности приобретают особую актуальность при исследовании сложных организационно-технических систем различных силовых ведомств (т.н. «боевые системы») [6]. Высокая динамика изменения ситуаций в процессе их функционирования, требуют реализации принципиально нового комплексного подхода к организации моделирования, на основе применения единой информационной технологии анализа устойчивости, обеспечивающей возможность оперативно адаптироваться к возникающим ситуациям на всех этапах жизненного цикла системы (рисунок 5).

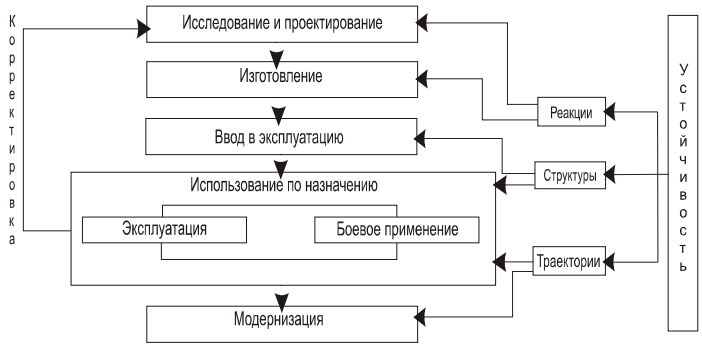


Рис. 5. Задачи анализа и обеспечения устойчивости на различных этапах жизненного цикла сложных «боевых систем»

Предложенный подход, позволяет рассматривать устойчивость функционирования сложных систем, в широком смысле, как способность реализации адаптивной реакции на основе комплексного использования интеллектуализированных технологических средств анализа и опережающего информационного отображения ожидаемых последствий принимаемых решений по предотвращению вхождения в опасную для существования и развития систем критичную зону (зону «катастроф»).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рябинин И.А. Надежность и безопасность сложных систем. – СПб.: Политехника, 2000.
2. Месарович М., Мако Д., Такахара И. Теория иерархических многоуровневых систем. – М.: Мир, 1973.
3. Синещук Ю.И., Шпак В.Ф., Доценко С.М, Навойцев С.П. Автоматизация управления силами флота. / Учебник. Петродворец. 2008.
4. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. – М.: Наука, 1978.
5. Анфилатов В.С. и др. Системный анализ и управление. – М.: Финансы и статистика, 2003.
6. Синещук Ю.И., Пантиховский О.В., Синещук М.Ю. Информационно-логическая модель анализа и обеспечения устойчивости функционирования систем управления сложными организационно-техническими объектами. Проблемы управления рисками в техносфере. 2012. Т. 22. №2. С. 1–11.

Тележкин А.М.
Россия, Санкт-Петербург, НП «Объединение подземных строителей»

СОЗДАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ САМПО+

Введение

Любая компания, разрабатывающая программное обеспечение, достигает определённого уровня зрелости, когда накапливается информация о выполненных в компании проектах. При этом данный объем данных не всегда используется для оценки ресурсов. На этапе инициации нового проекта менеджеры выполняют оценку и планирование, часто совершая те же самые ошибки, что и их предшественники. Вследствие чего проекты не завершаются в срок, превышают бюджет и трудоемкость [1,2].

Создание и эксплуатация исторических баз данных (ИБД), обеспечивающих возможность использования имеющегося опыта выполненных проектов для планирования и контроля выполняемых проектов, является одним из возможных средств, которым можно воспользоваться, чтобы избежать подобных ситуаций.

Один из способов использования накопленного опыта – это поиск проектов-аналогов. Проект-аналог – это проект, который, по мнению эксперта, может служить в качестве основы для оценивания соответствующих характеристик исследуемого проекта, а, в предельном случае, и заимствования модели процесса разработки программного изделия. В свою очередь для поиска проектов-аналогов используется историческая база данных.

Историческая база данных – это база данных, содержащая информацию о выполненных проектах, в том числе данные о предметной области проекта, методологии, модели жизненного цикла, используемых технологиях, затраченных ресурсах, рисках и т.п., позволяющая на основе анализа найденных проектов-аналогов осуществить оценку ресурсов, необходимых для успешного завершения инициируемого или выполняемого проекта.

1. Постановка задачи

Невозможность применения баз данных, используемых для оперативного контроля текущего состояния проекта, в качестве исторических баз данных обуславливается характером решаемых с их помощью задач. Основная задача баз оперативного контроля состоит в определении состояния текущего проекта и возможности его успешного завершения, тогда как основная задача исторической базы данных – обеспечение возможности накопления и использования опыта организации (т.е. информации о завершённых проектах) для её успешного функционирования в настоящем и будущем.

При формировании исторических баз данных сталкиваются со следующими проблемами:

1. Достоверность данных в ИБД, а также ее заполняемость. Данные проблемы характерны для любой базы данных.

2. Необходимость оценки значений характеристик проектов с помощью шкал. Проблемы, возникающие в этом случае, связаны с элементами субъективности, имеющими место, как в процессе формирования шкал (количественных и качественных), так и в процессе оценивания значений характеристик проектов с помощью качественных шкал. Например, различия в оценке размера проекта (очень большой, большой, средний, малый) имеют место не только в разных организациях, но и внутри самих организаций.

3. Функциональная полнота. Под функциональной полнотой понимается свойство базы данных выполнять свою основную функцию – возможность поиска проекта-аналога.

Яркой иллюстрацией наличия перечисленных проблем является отсутствие общепризнанного множества характеристик, описывающих проект, помещаемый в базу исторических данных. Множества характеристик, используемые в организациях, как правило, не полны, отражают специфику организации и не позволяют решать поставленные задачи.

«САМПО+» (система автоматизированного поиска проекта-аналога) – это система поддержки создания баз исторических данных компаний, разрабатывающих программное обеспечение. Система предназначена для решения проблем, связанных с формированием множества характеристик, проверки функциональной полноты формируемой базы, а также поиском и анализом имеющихся проектов-аналогов.

Особенностью системы является ориентация на использование «прозрачных технологий» – технологий, при которых проблемы некомпетентности пользователя в одной области знаний решаются за счет однозначного отображения этих знаний в область знаний, где пользователь является экспертом [3].

Прозрачная технология, реализованная в системе САМПО+, базируется на алгоритме, основанном на вычисления оценок (АВО). Данный алгоритм предложен в начале 70-х годов XX века академиком РАН Ю.И. Журавлёвым [4].Главная особенность АВО заключается в том, что для определения класса какого-либо объекта используется не значения отдельных характеристик, а их совокупность (ансамбль).

Неопределённость информации, которой располагает пользователь на этапе инициации проекта, обусловила необходимость модификации исходного алгоритма АВО, с целью привлечения в процесс принятия решения дополнительных плохо формализуемых знаний об объекте исследования [3,5,6]. В ходе модификации АВО принято решение:

- отказаться от использования весов характеристик;
- сформулировать решающее правило в форме, позволяющей пользователю самому принять окончательное решение о принадлежности исследуемого объекта к одному из определенных в качестве альтернатив классу;
- представлять пользователю информацию не только о характеристиках, по которым, произошло совпадение, но и характеристиках, по которым это совпадение не произошло. Что позволяет включить в процесс принятия решения плохо формализуемое представление пользователя о важности совпадения или несовпадения тех или иных значений ансамблей характеристик.

Методология, на основании которой в системе определяется множество характеристик, формирующих историческую базу данных, была предложена и апробирована в Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации РАН и агрегировано может быть представлена в следующем виде:

- формирование исходных множеств источников, характеристик и проектов. Исходные множества формируются на основании анализа методической и специальной литературы, процессов компаний. Данный вид анализа можно охарактеризовать как вербальный.
- формирование уточненных множеств источников, характеристик и проектов. Уточнение множества формируются на основе анализа обеспеченности каждого элемента проектной информацией и представления об их значимости для поиска проектов-аналогов. Данный вид анализа можно охарактеризовать как количественный.

Формирование рекомендуемых множеств источников, характеристик и проектов. Рекомендуемые множества формируются на основании испытаний, подтверждающих достаточность испытуемого множества характеристик для решения задачи распознавания. Данный вид анализа можно охарактеризовать как качественный.

Рассмотрим, как вышеперечисленные проблемы формирования исторических баз данных решается в системе «САМПО+» в соответствии с методологией построения исторических баз данных.

2. Формирование исходных множеств источников, характеристик и проектов

2.1. Множество источников

Для поиска источников информации просматриваются документы компании, которые используются при инициации, выполнении и закрытии проекта. Документы просматриваются на

предмет нахождения в них характеристик, которые могут быть использованы для поиска проектов-аналогов и последующего их анализа, выполняемого для снижения риска неудачного завершения инициируемых проектов.

Результатом анализа является исходное множество источников, из которых могут быть взяты значения характеристик, помещаемых в базу исторических данных компании.

Можно выделить три вероятных источника, из которых может быть получена информация о значениях характеристик, помещаемых в базу:

- знания эксперта;
- метрическая/корпоративная база данных компании;
- шаблонные документы организации.

В качестве атрибутов источника используются: Наименование источника, Описание источника, Множество, которому принадлежит источник, Используемость в характеристиках, Используемость в проектах, Дата последнего изменения, Автор изменения.

2.2. Исходное множество характеристик

Данное множество позволяет описать любой проект, выполнявшийся/выполняющийся в компании с целью последующего анализа при инициации новых проектов.

Для формирования исходного множества характеристик используются, как правило, пять источников:

- общетехническая литература, содержащая информацию о выполнение проектов любых типов;
- специальная литература, содержащая информацию о выполнении проектов разработки программных изделий (CMM, ISO и пр.);
- база данных компании, в которой собираются какие-либо метрики;
- документы по проекту, или имущество проекта, которые формируются во время работы над проектом, а также по его завершении;
- мнения эксперта.

Для уменьшения пространства поиска предлагается структуризация исходного множества характеристик, для чего всё множество характеристик разбивается на три подмножества: «категории», «интегральные характеристики» и «терминальные характеристики».

Характеристики-категории объединяют характеристики (интегральные и терминальные) по таким исходным понятиям как продукт, команда разработчиков, качество и т.п. (в терминах родитель/потомок имеют исключительно потомков).

В таблице 1 перечислено множество категорий характеристик.

Таблица 1

Категории характеристик

№	Наименование категории	
1	Generalcharacteristics	Общие характеристики
2	Businesscharacteristics	Бизнес характеристики
3	Productcharacteristics	Характеристики продукта
4	Teamcharacteristics	Характеристики команды
5	Projectportfolio	Портфель проекта
6	Projectprocesscharacteristics	Характеристики процесса проекта
7	Projecteffortscharacteristics	Характеристики трудоемкости проекта
8	Qualitycharacteristics	Характеристики качества
9	Servicecharacteristics	Служебные характеристики
10	Riskscharacteristics	Характеристики рисков

Интегральные характеристики, как и категории, используются для описания некоторого подмножества характеристик (интегральных и терминальных), однако сами при этом входят в понятия более высокого уровня. В терминах родитель/потомок имеют как родителей, так и потомков.

Терминальные характеристики не описывают ничего, кроме самих себя. В терминах родитель/потомок имеют исключительно родителей.

В таблице 2 приведены категории, интегральные и терминальные характеристики.

В качестве атрибутов характеристики используются следующие: уникальный номер характеристики, наименование характеристики, описание характеристики, тип характеристики, описание области задания характеристики, значение характеристики по умолчанию, документы, в которых характеристика может находиться, уникальный номер характеристики-родителя, уникальные номера характеристик-потомков, формула, по которой характеристика вычисляется (внутреннее и внешнее представление), множество, которому принадлежит характеристика, используемость в проектах, дата последнего изменения, автор изменения.

Таблица 2

Категории, интегральные и терминальные характеристики

1-й уровень (категории)	2-й уровень (потомки)	3-й уровень (терминальные характеристики)
General characteristics	Project name	
	Field of knowledge	
	Management side	
	Budget type	
	Project Processes completeness	
	Lifecycle model	
	Project methodology	
	Project description	
	Project goals	
	Start date	Planned Start date
		Actual Start date
	End date	Planned End date
		Actual End date
	⋮	⋮
	Customer satisfaction	

На рисунке 1 представлен режим формирования множества характеристик. С помощью выпадающего списка можно выбрать необходимое множество характеристик. Далее с помощью элементов управления можно работать с характеристиками выбранного множества: добавлять, удалять (понижать статус), редактировать, а также перейти к вводу значений по данной характеристике.

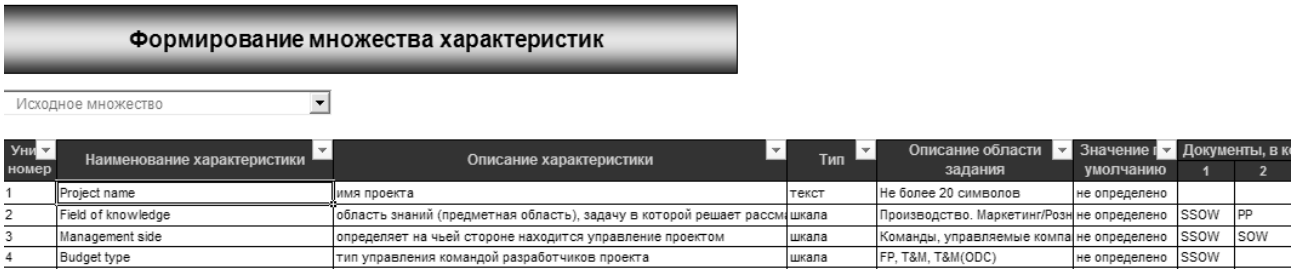


Рис. 1. Режим формирования множества характеристик

2.3. Исходное множество проектов

Формирование множества проектов проходит в несколько этапов:

1. Формируется универсальное множество проектов, выполнявшихся в компании, по которым имеется какая-либо информация.

2. Для каждого проекта происходит определение значения атрибутов, описывающих проект в исходном множестве, на основании которого и происходит окончательное его формирование (проекты, которые могут быть описаны в атрибутах проектов исходного множества). Атрибуты проектов исходного множества, приведены на рисунке 4.

3. Осуществляется ввод значений характеристик сформированного (исходного) множества проектов. Возможны два режима ввода:

– ввод значений характеристик для выбранного проекта (проект => характеристики);

– ввод значений выбранной характеристики для сформированного множества проектов (характеристика → проекты).

В качестве атрибутов характеристики используются: Наименование проекта, Содержание проекта, Перечень источников, из которых могут быть взяты значения характеристик рассматриваемого проекта, Местоположение источников, из которых могут быть взяты значения характеристик, Значение характеристик проекта, Источники введенных значений характеристики проекта, Множество, которому принадлежит проект, Обеспеченность информацией, Дата последнего изменения, Автор изменения.

Результатом этапа является база исторических данных на основе исходного множества характеристик.

На рисунке 2 представлен режим ввода значений характеристик и выбора источника значения характеристики. В данном режиме пользователь вводит значения характеристик по проекту: источник и значение характеристики (текстовое, либо шкальное).

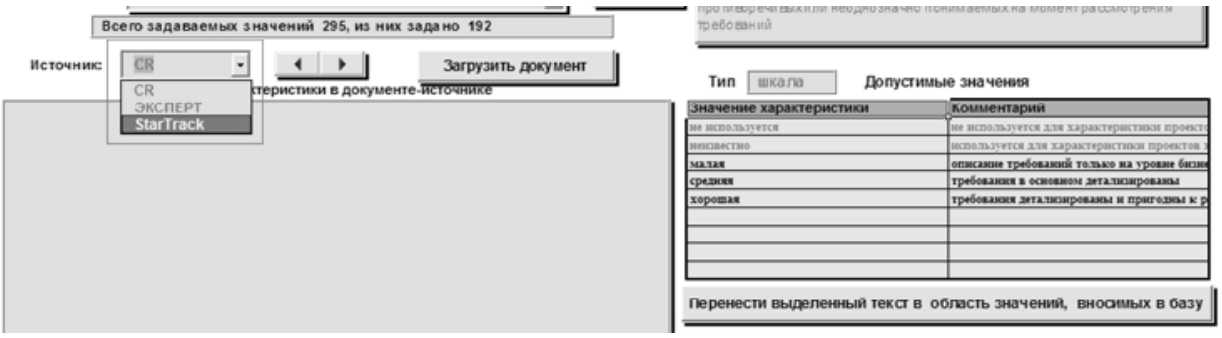


Рис. 2. Режим ввода значений характеристик. Выбор источника значения характеристики

Так как на данном этапе происходит ввод данных, мы сталкиваемся с первой проблемой – это достоверность данных в ИБД.

Достоверность данных обеспечивается постоянным контролем над сотрудниками, ответственными за ввод данных, а также подтверждается ссылками на реальные документы по проекту, которые хранится для каждой характеристики, если данная характеристика подкреплена каким-либо значением.

3. Формирование уточненных множеств источников, характеристик и проектов

3.1. Уточнение исходного множества характеристик

Уточнение производится исходя из обеспеченности информацией значений входящих в него характеристик, и их важности (атрибут «Используемость в проектах»). Характеристики, информация о значениях которых недостоверна либо отсутствует, должны быть исключены из уточнённого множества. Если, по мнению экспертов, характеристика всё же важна для решаемой задачи, характеристика оставляется во множестве с отметкой о необходимости сбора её значений в дальнейшем.

Результатом данного этапа является уточненное множество характеристик, значения каждой из которых обеспечены информацией, либо должны быть ею обеспечены в ходе дальнейшей работы компании.

При выполнении количественного анализа множества характеристик мы сталкивается со второй проблемой – создание шкал и оценка с их помощью значений характеристик.

Для преодоления проблемы шкальных оценок, основная проблема сложность которых, заключена в субъективности, необходима работа группы экспертов данной организации над созданием данных шкал, а также методик их применения. Для преодоления различий в оценках экспертов, необходимо предполагается применение методов согласования оценок, таких как метод Delphi и пр.

В системе для выработки шкальных характеристик существует режим определения области задания характеристик. Система позволяет проанализировать уникальные значения характеристики, имеющиеся в базе, сформировать новую область задания и ее описание. Режим согласования оценок экспертов, на данный момент, находится в режиме реализации.

На рисунке 3 представлен режим формирования области задания характеристик.

3.2. Уточнение исходного множества проектов

Уточнение происходит, исходя из степени их обеспеченности информацией (атрибут «Обеспеченность информацией»). Проекты, имеющее недостаточное количество характеристик, обеспеченных информацией, изымаются из дальнейшего рассмотрения.

Результатом данного этапа является уточненное множество проектов, предназначенных для дальнейших исследований, подтверждающих достаточность уточненного множества характеристик.

3.3. Уточнение исходного множества источников

Уточнение происходит, исходя из степени их использования (атрибуты «Используемость в характеристиках» и «Используемость в проектах»). Не используемые источники изымаются из дальнейшего рассмотрения.

Результатом данного этапа является уточненное множество источников, предназначенных для дальнейших исследований, подтверждающих достаточность уточненного множества характеристик.

Окончательным результатом этапов формирования уточненных множеств характеристик, проектов и источников является база проектов на основе уточненного множества характеристик.

4. Формирование рекомендуемых множеств источников, характеристик и проектов

4.1. Рекомендуемое множество характеристик

Для формирования данного множества необходимо провести проверку исторической базы данных на функциональную полноту.

При этом мы сталкивается с третьей проблемой – функциональная полнота ИБД.

Согласно [7,8] для анализа свойств баз данных используются характеристики качества системы управления базой данных и содержащейся в ней информации. Их номенклатура, содержание и субхарактеристики базируются на стандарте ISO 9126. Среди основных характеристик качества можно назвать: функциональную пригодность информации базы данных, корректность или достоверность данных, защищенность информации, надежность информации, используемость ресурсов, сопровождаемость и т.д.

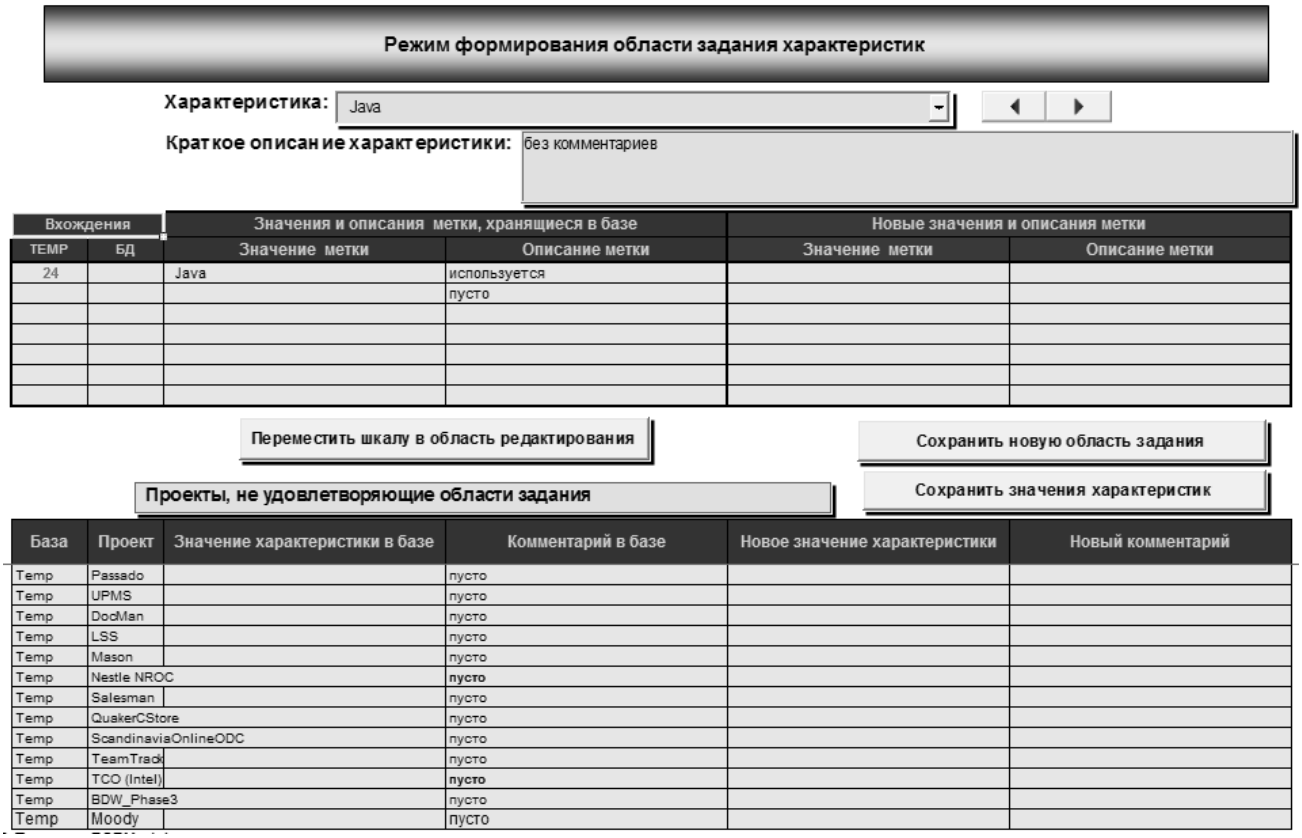


Рис. 3. Режим формирования области задания характеристик

В основе формирования рекомендуемого множества характеристик лежит идея максимизации функциональной пригодности информации базы, а также корректности хранящихся в ней данных.

Функциональная пригодность информации базы – это степень покрытия целей, назначения и функций баз данных информацией, доступной пользователям. На содержательном уровне функциональную пригодность баз данных отражают [7]:

– полнота накопленных описаний объектов – относительное число объектов или документов, имеющихся в базе данных, к общему числу объектов по данной тематике или по отношению к числу объектов в аналогичных базах данных (в рассматриваемом случае характеристика отражает способность базы отыскивать аналоги для инициируемых проектов);

– идентичность – относительное число описаний объектов, не содержащих дефекты и ошибки, к общему числу документов об объектах в базах данных (в рассматриваемом случае характеристика связана с достоверностью значений характеристик проектов, хранимых в базе);

– актуальность – относительное число устаревших данных об объектах в базах данных к общему числу накопленных и обрабатываемых данных (в рассматриваемом случае не актуальна).

Для определения функциональной полноты исторической базы данных в системе используются несколько режимов, в которых можно в автоматическом режиме, либо вручную сформировать и исследовать ансамбли характеристик.

Суть ручного режима поиска проекта-аналога состоит в том, что пользователь последовательно определяет необходимый набор характеристик и задает значения по данным характеристикам. После чего, получает множество проектов, которые являются аналогичными инициируемому. Далее можно проанализировать каждый из проектов.

На рисунке 4 представлен режим ручного поиска проекта-аналога.

Результатом этапа формирования рекомендуемого множества характеристик является макет базы исторических данных организации, а также рекомендации по изменению стандартного производственного процесса организации в плане сбора и обработки данных о выполненных проектах.

При удачном завершении этапа формирования рекомендуемого множества характеристик, уточненное множество проектов и источников, также становиться рекомендуемыми.

В результате проведённых исследований, было сформировано множество из 360 характеристик, которые достаточно полно описывают процесс стандартной компании, разрабатывающей программное обеспечение.

Режим поиск проектов-аналогов (характеристики, описывающие исследуемый проект)

Показать все характеристики | Очистить таблицу | Добавить к множеству характеристик, описывающих проект | Задать значения характеристик

Категории	Характеристики выбранной категории		Характеристики, описывающие проект
General characteristics	Project name		Project name
Business characteristics	Field of knowledge		Field of knowledge
Product characteristics	Management side		Management side
Team characteristics	Budget type		Budget type
Project portfolio	Project Processes completeness		Project methodology
Project process characteristics	Lifecycle model		
Project efforts characteristics	Project methodology		
Quality characteristics	Project description		
Service characteristics	Project goals		
Risks characteristics	Start date		
	End date		

Рис. 4. Режим поиска проектов-аналогов (ручной)

Заключение

Представленная система «САМПО+» использовалась при анализе характеристик, собираемых компанией «ЭксиденСервисис» в ходе выполнения проектов и при их завершении, и была создана в среде MS Excel 2007/2010. Размер системы составляет 5500 строк программного кода, реализованного на языке VisualBasicforApplications.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гласс Р. Факты и заблуждения профессионального программирования. – Пер. с англ.– СПб.: Символ-Плюс, 2007. – 240 с.
2. Брукс Ф. Мифический человеко-месяц или как создаются программные системы. – Пер. с англ. – СПб.: Символ-Плюс, 1999. – 304 с.
3. Морозов В.П. Поддержка принятия решений, ориентированная на знания эксперта / Региональная информатика (РИ-2010). XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2010)». Санкт-Петербург, 20–22 октября 2010. // Труды конференции РИ–2010 \ СПОИСУ. – СПб, 2011. – С. 69–73.
4. Журавлев Ю. И. Алгоритмы распознавания, основанные на вычислении оценок / Ю. И. Журавлев, В. В. Никифоров // Кибернетика. – 1971. №3. С. 1–11.
5. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений. // М.: Знание, 1985. 32 с.
6. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений. // М: Логос, 2006, 392 с.
7. ISO 9126:1991. ИТ. Оценка программного продукта. Характеристики качества и руководство по их применению. (ГОСТ – 1993 г).
8. Липаев В.В. Анализ качества баз данных. Открытые системы №03 22/03/2002. [Электронный ресурс] http://www.osp.ru/os/2002/03/181272/

Федорченко Л.Н.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

АЛГОРИТМЫ МИНИМИЗАЦИИ ТРАНСЛЯЦИОННОЙ КСР-ГРАММАТИКИ И СОСТОЯНИЙ СИНТАКСИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА

Введение

Практически во всех существующих системах построения трансляторов применяется коррекция грамматики реализуемого языка с целью приведения её к более простому для обработки классу грамматик, позволяющему автоматический грамматический разбор. В этом случае удаётся перевести реализуемый язык из одного класса языков в другой, более простой для обработки класс, для которого существуют отработанные алгоритмы разбора и изученные свойства, например, из класса контекстно-свободных языков в класс регулярных языков.

Однако грамматику, преобразованную к регулярной форме (регуляризованную), можно получить из исходной автоматически. Для этой цели существует программное решение, – инструментальная система SynGT (Syntax Graph Transformations), которая с помощью встроенной схемы эквивалентных преобразований правил грамматики позволяет трансформировать произвольную КС-грамматику, представляемую в форме BNF (Backus-Naur Form) или EBNF (Extended Backus-Naur Form) [1], превратив её в трансляционную КС-грамматику в регулярной форме (КСР-грамматику), по которой синтезируется анализатор языка с линейной временной сложностью и улучшенными, по сравнению с известными системами из семейства компиляторов GNU характеристиками по эффективности и объему памяти.

В статье представлены алгоритмы, выполняющие минимизацию регулярных выражений в правилах трансляционной грамматики и состояний таблиц анализатора языка как заключительный этап метода регуляризации КСР-грамматик. Реализованные в SynGT эквивалентные преобразования и метод регуляризации на их основе являются единственным средством расширить область применимости выбранного метода синтаксического анализа языка.

1. Минимизация регулярных выражений в КСР-правилах

Известно [1–2], что под регуляризацией контекстно-свободной грамматики (КС-грамматики) понимается процесс её последовательного эквивалентного преобразования таким образом, что в результате получают трансляционную КСР-грамматику (КС-грамматику в регулярной форме), правила которой (КСР-правила) представляют собой обобщённые регулярные выражения относительно символов всех алфавитов исходной грамматики [2–3]. В этом случае соответствующий языковой процессор работает, как семейство конечных автоматов (связанных друг с другом), каждый из которых распознает свой фрагмент входной цепочки языка, порождаемый полученной (после преобразования) грамматикой.

В процессе преобразований количество правил грамматики уменьшается, а их правые части представляют собой сложные регулярные выражения над объединённым алфавитом всех символов грамматики. В результате на базе исходной грамматики строится приведенная грамматика [1], в которой отсутствуют непродуктивные и цепные нетерминалы, а также пустые порождения.

Завершающей фазой процесса регуляризации является минимизация записи регулярных выражений КСР-правил и последующая минимизация состояний синтезированного распознавателя.

Минимизация записи грамматики позволяет добиться представления правил с помощью наименьшего количества вхождений символов в правило. Использование бинарной операции обобщённой итерации ($\#$) (вместо обычной итерации Клини (*)) уже на начальных этапах преобразований частично минимизирует запись правил.

В соответствии с данными в [2,3] определениями множество в конечном алфавите V регулярно тогда и только тогда, когда оно либо Ø, либо $\{\varepsilon\}$ (ε – пустая цепочка символов), либо $\{\alpha\}$ для некоторого символа $\alpha \in V$, либо его можно получить из этих множеств, применяя конечное число раз операции объединения, конкатенации, унарной и бинарной обобщённой итерации ($\#$). Операция обобщенной итерации не расширяет множество регулярных слов, определяемых обобщённым регулярным выражением. Она может быть определена через традиционную операцию Клини $(*)$ как

$$P\#Q = P,(Q,P)*.$$

Такое применение обобщённой итерации в записи регулярных выражений частично решает задачу минимизации регулярного выражения по числу вхождений символов из объединённого алфавита терминалов, нетерминалов, семантик (в формуле: слева – два вхождения символа, справа – три вхождения), таким образом, уменьшая вероятность появления конфликта Shift/Reduce при построении анализатора языка.

1.1. Схема минимизации регулярных выражений

Минимизированная грамматика строится с помощью преобразования исходного множества правил к регулярному виду посредством применения эквивалентных преобразований, затем – минимизации таблиц синтезированного автомата и, наконец, выполнение обратного преобразования для получения окончательного эквивалентного регулярного выражения.

$$R_A \Longrightarrow \Gamma_A \Longrightarrow DKA_{\Gamma_A} \Longrightarrow \min R_A,$$

где

R_A – регулярное выражение КСР-правила для нетерминала A в объединенном алфавите терминалов, нетерминалов и семантик;

Γ_A – граф-схема регулярного выражения R_A, минимизированная по вхождениям символов из объединённого алфавита;

DKA_{Γ_A} – детерминированный конечный автомат, построенный из Γ_A и минимизированный по числу состояний;

$\min R_A$ – регулярное выражение, полученное обратным преобразованием из конечного автомата DKA_{Γ_A}.

Для получения минимальной КСР-грамматики необходимо получить минимальные регулярные выражения для всех КСР-правил. Таким образом, на вход программной системы подаётся КСР-грамматика G, на выходе – получаем минимизированный детерминированный конечный автомат DKA_Γ, по которому строятся регулярные выражения для КСР-правил.

На рисунке 1 в качестве примера рассмотрим КСР-грамматику G.

```
G:
A :'a'#'b';(A,'c'#'d')#B.
B :'c'#'d'.
```

Рис.1. Пример КСР-грамматики для синтеза конечного автомата

Построим синтаксическую граф-схему (СГС) $\Gamma_G = \{\Gamma_A, \Gamma_B\}$ для грамматики G и состояния автомата в соответствии с определением состояния в СГС (регулярный случай).

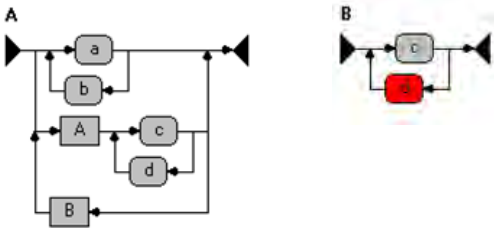


Рис.2. СГС для КСР-грамматики *G*

1.2. Построение конечного автомата по регулярному выражению

В данном случае для конечного автомата все вершины имеют одинаковый статус (не различаем терминальные и нетерминальные вершины). Семантики отсутствуют.

Состояние автомата хранит определённое количество информации о распознаваемом языке. В данном случае под состоянием автомата понимаем множество помеченных вершин граф-схемы. Переход от одного состояния к другому, которое также является множеством (возможно пустым) вершин из граф-схемы, управляется текущим символом, поступающим из входного текста, подвергаемого разбору. Переходное состояние содержит информацию о том, какие символы допустимы для следующего перехода. Переход от одной компоненты СГС к другой управляется магазином, содержащим нетерминалы грамматики. Напомним определение состояния из [2], которым воспользуемся для примера.

Определение 1. Состоянием в Γ_A называется:

1) либо выходная вершина в Γ_A. Обозначим ее через F_A;
2) либо терминальная (нетерминальная) вершина Γ_A;
3) либо объединение состояний в Γ_A.

Для произвольной вершины β, где β – не выходная вершина Γ_A, ($\beta \neq F_A$), определим состояние вершины β в Γ_A, как множество вершин, смежных с вершиной β. $S_\beta = \{\alpha \mid \alpha -$ вершина в граф-схеме Γ_A и $\alpha \in succ(\beta)\}$.

Если β – входная вершина (обозначение E_A), то S_β - начальное состояние графа Γ_A, которое является начальным состоянием конечного автомата DKA_{Γ_A}. Из определения 1 следует, что начальным состоянием является множество вершин, которые достижимы из входной вершины E_A.

Достижимость из начальной вершины E_A означает то, что символы, помечающие вершины в начальном состоянии, соответствуют начальной букве слов, порождаемых графом Γ_A и управляющими символами при построении переходного состояния конечного автомата.

Определенное выше состояние в графе Γ_A по содержанию тождественно понятию состояния конечного автомата из [1].

Переход из одного состояния в другое осуществляется с помощью символа, поступающего на вход автомата. По определению любое состояние является множеством вершин в Γ_A, то есть. содержит множество альтернатив о том, как поступившее подслово может быть продолжено. Пусть S – состояние в Γ_A и ξ – символ (текущая буква входного слова) из алфавита терминалов и нетерминалов.

Определение 2. Для состояния S «переходом по символу» ξ будем называть состояние S/ξ в Γ_A, в котором:

1) если $S = \{F_A\}$ или $S = \varnothing$, то $S/\xi = \varnothing$;
2) если $S = \{\alpha\}$, α – вершина в Γ_A, то $S/\xi = \begin{cases} \varnothing & при\ m(\alpha) \neq \xi, \\ S_\alpha & при\ m(\alpha) = \xi, \end{cases}$

где $m(\alpha)$ - метка вершины α;

3) если $S = \bigcup_{i=1}^{n} S_i$, то $S/\xi = \bigcup_{i=1}^{n} S_i/\xi$.

Таким образом, в результате применения операции «перехода по символу» получаем переходное состояние как объединение состояний тех вершин, которые помечены этим символом в рассматриваемом состоянии. Если состояние пусто или отсутствуют помеченные вершины, то переходное состояние также пусто. Когда переходное состояние пусто, это означает, что данный символ (в качестве следующей буквы анализируемого слова) недопустим.

Для грамматики G (см. рисунок 1) построенные состояния вершин следующие:

$S_{E_A} = \{a, A\};\ S_a = \{b, F_A\};\ S_A = \{c\};\ S_b = \{a\};\ S_c = \{d, B, F_A\};\ S_B = \{A\};\ S_d = \{c\}.$

1.3. Модуль минимизации состояний

Рассмотрим классы модуля минимизации состояний распознавателя, построенного по граф-схеме для отдельных КСР-правил и реализованных в SynGT.

TstatesSet – класс для представления множества состояний – ячейка в таблице переходов. Реализован при помощи стандартного типа Delphi set (множество), отсюда максимальное количество состояний автомата не должно превышать 256. Этого достаточно для грамматик с не более 265 символами для каждого правила. Для увеличения количества вершин в СГС возможно коррекция класса на основе собственного типа (не встроенного в Borland Delphi), не меняя при этом интерфейса класса TStatesSet. Описание класса приводится на рисунке 3.

TMinimizationTable – класс-представление детерминированного автомата в виде таблицы переходов. Класс позволяет динамически наполнять таблицу состояний-переходов с помощью вызовов методов создания состояний (createState) и их связывания (linkStates).

Кроме того в системе реализованы вспомогательные методы для обхода таблицы состояний и для записи ее в файл в читаемом виде (такое представление очень удобно в режиме отладки).

Наиболее важной функцией в интерфейсе класса TMinimizationTable является собственно минимизация таблицы состояний (функция minimize). При её вызове для построенного автомата происходит преобразование таблицы по числу переходов к минимальному виду, изоморфному исходной таблице.

Собственно минимизация происходит следующим образом:

1. Организуется цикл по списку строк таблицы;
2. В цикле делается попытка объединить любые 2 строки таблицы состояний;
3. Если ни одного объединения сделать невозможно, минимизация завершена, происходит выход из внешнего цикла.

Функции CanJoin2Rows и Join2Rows возвращают логическое значение, определяющее возможность объединения двух строк таблицы. Затем выполняется или не выполняется объединение состояний соответственно этому значению.

Функция CanJoin2Rows работает по следующему алгоритму:

1. Если множество удаленных состояний содержит одно из объединяемых состояний, то объединение невозможно.
2. Если любая из строк соответствует конечному состоянию, то объединение невозможно.
3. Производится обход обеих строк по всем символам, входящим в состояние, и сравниваются множества состояний в каждой ячейке таблицы. Если эти множества совпадают за исключением тех состояний, для которых производится сравнение, то объединение возможно.
4. Если же множества доступных из данных состояний в чем-то не совпадают (например, по семантике), то на этом шаге объединять строки таблицы нельзя.

```
TStatesSet = class
  public
   constructor Create(MaxStatesCount: integer);

   function findState(stateIndex: integer): boolean;
   procedure addState(stateIndex: integer);

   function Count: integer;
   function getDataSet: ByteSet;
   procedure setDataSet(adata: ByteSet);
  private
   data: ByteSet;
  end;
```

Рис.3. Описание класса TStatesSet

Функция Join2Rows вызывается для двух строк (состояний), для которых CanJoin2Rows вернула значение true. Она работает по следующему алгоритму:

1. В цикле объединяемые строки таблицы состояний сливаются в первой строке (состоянии) с вычетом номера состояния соответствующего второй строке.

2. Номер второго состояния добавляется в список deletedStatesSet – удаленных состояний.

3. Производится замена номера второго состояния на номер первого по всей таблице (replaceState).

4. После вызова функции minimize объект типа TMinimizationTable содержит минимизированную таблицу состояний.

На рисунках 4–9 даны описания класса минимизации состояний таблицы конечного автомата, реализованного в SynGT.

1.4. Служебные модули минимизации в SynGT

1. TChildForm.Minimize: формирование правил в строковом представлении, вызов TransTransformation со строкой-грамматикой

2. TransTransformation.Minimize: загрузка грамматики из строки, вызов TGrammar.Minimize

3. TGrammar.Minimize:

– цикл по всем правилам;

– рекурсивное построение таблицы минимизации для нетерминала TRE_Tree.buildMinimizationTable(minTable, minRec), здесь minTable – таблица минимизации типа TMinimizationTable (см. выше), minRec – структура минимизации типа TMinRecord;

– вызов minTable.minimize;

– построение нового правила на основе минимизированной таблицы:

TRE_Tree.buildMinimizationTable (а также во всех потомках: TRE_And, TRE_Or, TRE_Iteration, TRE_Nonterminal, TRE_Leaf и др.)

```
TMinimizationTable = class
  public
   constructor Create(MaxStatesCount, MaxSymbolsCount: integer);
   destructor Dispose;
   function createState(): TState;
   procedure linkStates(a, b: TState; s: TSymbol);
   procedure minimize;
   {Методы доступа к таблице}
   function isEmptyState(stateIndex: integer): boolean;
   function getStatesCount: integer;
   function getSymbolsCount: integer;
   function getStateName(index: integer): string;
   function getSymbol(index: integer): string;
   function getTableElement(stateIndex, symbolIndex: integer): TStatesSet;
   procedure WriteToFile(filename: string);
  protected
   procedure addState(startStateIndex, symbolIndex: integer; endStateIndex: integer);
   function findState(state: TState): integer;
   function findSymbol(symbol: TSymbol): integer;
   function AddNewSymbol(s: TSymbol): integer;
   function AddNewState(s: TState): integer;
   function CanJoin2Rows(row1,row2: integer): boolean;
   procedure Join2Rows(row1,row2: integer);
   procedure replaceState(oldState: integer; newState: integer);
  private
   data: array of array of TStatesSet;
   states: array of TState;
   symbols: array of TSymbol;
   nextState: TState;
   emptyStatesSet: TStatesSet;
   statesCount, symbolsCount: integer;
  end;
```

Рис.4. Пример класса минимизации состояний управляющей таблицы автомата

Таблица минимизации строится рекурсивным обходом дерева для правила грамматики с базовым классом TRE_Tree:

```
TRE_Tree = class(TComponent)
 private
  { Private declarations }
 public
  { Public declarations }
  function equals(aTree :TRE_Tree):boolean;virtual;
  function isEmpty():boolean;virtual;
// …
  procedure buildMinimizationTable(var table:
TMinimizationTable; minRec:TMinRecord);virtual;abstract;
end;
```

Рис.5. Пример служебного модуля

Для построения таблицы переходов автомата используется структура TMinRecord на рисунке 6:

```
TMinRecord = record
start, finish: TState;
end;
```

Рис.6. Структура для построения таблицы переходов состояний

– Эта структура содержит номера стартового и конечного состояний для данного поддерева.

– Структура передается как параметр в функцию buildMinimizationTable узла дерева с уже заданными значениями для начального и конечного состояния. Внутри функции для узла вычисляются промежуточные состояния, необходимые для представления дерева выражений в виде таблицы переходов автомата.

– Например, при построении таблицы для TRE_Or (операции «или») процедура минимизации вызывается для левого и правого операндов с одними и теми же номерами стартового и конечного состояния (на рисунке 7).

```
procedure TRE_Or.buildMinimizationTable(var table:TMinimizationTable; minRec:TMinRecord);
begin
 m_LeftOperand.buildMinimizationTable(table, minRec);
 m_RightOperand.buildMinimizationTable(table, minRec);
end;
```

Рис.7. Пример вызова процедуры минимизации для операции «или»

Для операции TRE_And (операция «и») сначала строится таблица состояний для левого поддерева, а затем конечное состояние для левого поддерева используется как стартовое для правого поддерева:

```
procedure TRE_And.buildMinimizationTable(var table:TMinimizationTable; minRec:TMinRecord);
var
 finish: TState;
begin
 finish := minRec.finish;
 minRec.finish := table.createState();
 m_LeftOperand.buildMinimizationTable(table, minRec);
 minRec.start := minRec.finish;
 minRec.finish := finish;
 m_RightOperand.buildMinimizationTable(table, minRec);
end;
```

Рис.8. Пример вызова процедуры минимизации для операции « и»

Реализация функции для операции построения таблицы минимизации для TRE_Iteration (обобщённая бинарная итерация) приведена на рисунке 9. Здесь происходит последовательная связь состояний в соответствии с работой бинарной итерации в граф-схеме:

```
procedure TRE_Iteration.buildMinimizationTable(var table:TMinimizationTable;
minRec:TMinRecord);
var
 finish: TState;
begin
 finish := minRec.finish;
 minRec.finish := table.createState();
 table.linkStates(minRec.finish, finish, Minimization.EmptySymbol);
 m_LeftOperand.buildMinimizationTable(table, minRec);

 finish := minRec.finish;
 minRec.finish := minRec.start;
 minRec.start := finish;
 m_RightOperand.buildMinimizationTable(table, minRec);
end;
```

Рис.9. Пример вызова процедуры минимизации для операции итерации

Реализация buildMinimizationTable для TRE_Leaf (терминального символа). Здесь стартовое и конечное состояния связываются направленной дугой с пометкой символом нетерминала (см. пример на рисунке 10):

```
procedure TRE_Leaf.buildMinimizationTable(var table:TMinimizationTable; minRec:TMinRecord);
var
 a: string;
begin
 a := getString;
 table.linkStates(minRec.start, minRec.finish, a);
end;
```

Рис.10. Пример процедуры минимизации для терминальной вершины

Заключение

В статье приведена схема и кратко описаны алгоритмы минимизации правил КСР-грамматики, которые сводятся к получению минимальных выражений для всех правил грамматики.

Алгоритм минимизации регулярных выражений КСР-грамматики, реализованный в системе SynGT следующий:

– для каждого регулярного выражения в правых частях правил грамматики строится его граф-схема;

– по построенной граф-схеме строится детерминированный конечный автомат, где состояние автомата – это некоторое количество информации о распознаваемом языке. В данном случае под состоянием автомата понимается множество вершин граф-схемы. Переход от одного состояния к другому, которое также является множеством (возможно пустым) вершин граф-схемы, управляется текущим символом, поступающим из входного анализируемого текста;

– детерминированный конечный автомат, полученный на предыдущем шаге, минимизируется по известному алгоритму [1];

– на основе полученной таблицы переходных состояний детерминированного конечного автомата с помощью обратного преобразования получаем минимизированное регулярное выражение для КСР-правила;

– эту процедуру повторяем для всех правил грамматики.

Алгоритмы построения минимизированных по числу вхождений символов и числу состояний детерминированного конечного автомата для произвольной контекстно-свободной грамматики в регулярной форме реализованы в системе эквивалентных преобразований SynGT [2,3].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахо А. В., Сети Р., Ульман Д. Д., Компиляторы: принципы, технологии и инструменты. М.: Вильямс, 2001.
2. Федорченко Л.Н. Регуляризация контекстно-свободных грамматик на основе эквивалентных преобразований синтаксических граф-схем. // Труды СПИИРАН. 2010. вып.4(15). С. 213–230. ISSN 2078-9181
3. Федорченко Л.Н. Регуляризация контекстно-свободных грамматик. / LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG Dudweiler Landstr. 99, 66123 Saarbrucken, Germany. 2011. С 180. ISBN: 978-3-8443-5360-0

Харинов М.В., Заболотский В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

КОНЦЕПЦИЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ В ПРИЛОЖЕНИИ К АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ

Введение

Судя по авторитетному заявлению американского агенства по перспективным оборонным научно-исследовательским разработкам DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency), критической проблемой создания искусственного интеллекта является унификация программ машинного обучения, которая будет решена к 2017 году в результате выполнения очередной исследовательской программы PPAML (Probabilistic Programming for Advanced Machine Learning). По нашему убеждению, в области искусственного зрения проблема состоит как раз в обратном, а именно, – в автоматическом восприятии имеющихся на изображении объектов без предварительного обучения. При этом необходимо определиться с унифицированными алгоритмами систематизации и упорядочения данных на низком уровне извлечения информации, которые разрабатываются и программируются вне предположений о входном изображении и искомых «объектах интереса».

Современная теория распознавания изображений позволяет из общих соображений уверенно решать задачи выделения и распознавания объектов на изображениях с выраженным однородным фоном. Для современной практики обработки изображений характерен переход к решению более сложных задач распознавания объектов на изображениях с разнообразным или изменчивым содержанием. С инженерной точки зрения, речь идет о создании технических систем захвата и распознавания наиболее заметных объектов (номерных или дорожных знаков, лиц в толпе, надписей или логотипов в произвольном интернет-контенте и пр.). С научной точки зрения, требуется обобщить и формализовать понятие объекта или свести задачу выделения объектов на сложном изображении к более простым задачам выделения объектов на выраженном фоне, что обеспечивается разработкой принципа локализации объектов.

Принцип локализации объектов

Идея локализации объектов состоит в том, чтобы разложить исходное изображение на изображения локализованных объектов, для краткости — изображения объектов, содержащие экземпляры объектов одного типа, а также части одного объекта и однородного фона (более крупного объекта), на котором объекты оказывается проще обнаружить. При этом понятие изображения локализованных объектов обобщает понятие изображения и объекта в общепринятом смысле. В общем случае, изображение объектов содержит несколько сегментов. Полагается, что совокупность изображений объектов задается последовательностью разбиений множества пикселей изображения

на кластеры пикселей изображений объектов, причем изображения локализованных объектов из различных разбиений могут перекрываться. Каждое изображение локализованных объектов, содержащее больше одного пикселя подразделяется на два меньших изображения объектов, т. е. имеет бинарную иерархическую структуру, которая вычисляется независимо от других изображений объектов, задаваемых тем же разбиением исходного изображения.

Последовательность разбиений входного изображения на изображения локализованных объектов, а также иерархическая последовательность разбиений изображений объектов на кластеры из наборов сегментов изображения вычисляются из условий минимизации целевой функции, которой служит суммарная квадратичная ошибка или стандартное отклонение изображения от своего кусочно-постоянного приближения средними по кластерам значениями пикселей. Фактически, понятие изображения локализованных объектов усиливает и обобщает традиционное понятие сегмента изображения из некоторой многоуровневой адаптивной иерархии сегментов, но количество перекрывающихся разбиений исходного изображения на изображения локализованных объектов ограничивается ресурсами памяти и быстродействием компьютера.

Смысл локализации объектов состоит в том, что каждое изображение локализованных объектов со свойственной ему иерархией составных частей обрабатывается как самостоятельное изображение на последующих стадиях признакового анализа кластеров пикселей, а затем детектирования и идентификации «объектов интереса». При этом аппарат динамических деревьев [1,2], разрабатываемый в СПИИРАН более двух десятков лет в приложении к операциям с сегментами, с минимальными доработками переносится на вычисления с кластерами из несмежных сегментов. В качестве основы решения используется модель Мамфорда–Шаха в версии А.С. Бугаева и А.В. Хельваса [3], в которой целевая функция совпадает со стандартным отклонением, а в критерии слияния сегментов опускается общая длина границ между сегментами, что улучшает по стандартному отклонению аппроксимацию изображения его кусочно-постоянными приближениями [4]. Для повышения эффективности локализации объектов в нашем решении анализируются классические методы Оцу и К–средних [5–8], которые уточняются и обобщаются применительно к кластеризации многомерных пикселей цветовых и многоспектральных изображений на современной вычислительной технике.

Расчеты выполняются в расширенной модели Мамфорда–Шаха, в которой из соображений минимизации стандартного отклонения мы переходим от вычислений со слиянием связных сегментов к вычислениям с кластерами из несмежных сегментов, порождаемыми дополнительными операциями дробления и коррекции кластеров пикселей изображения. При этом предлагаемый алгоритм аналитически выводится из условий минимизации стандартного отклонения и характеризуется как алгоритм «наращивания кластеров», в котором именно соображениями минимизации целевого функционала определяется как порождаются кластеры, как они разделяются на составные части, и, наконец, как обмениваются составными частями друг с другом. Результатом обработки является последовательность «устойчивых» разбиений исходного изображения на изображения локализованных объектов, которые нельзя улучшить по стандартному отклонению посредством реклассификации составных частей результирующих кластеров пикселей изображения.

Применяемые информационные технологии

В нашей разработке применяются четыре известные информационные технологии: метод Оцу, метод *K*–средних, модель Мамфорда–Шаха и динамические деревья Слейтора–Тарьяна.

Метод Оцу [5–7] является одним из немногих, если не единственным методом точного вычисления оптимальных приближений, минимально отличающихся от изображения по стандартному отклонению. Это – типичный метод кластеризации пикселей изображения посредством нахождения по яркостной гистограмме одного или нескольких пороговых значений яркости, которые разбивают шкалу яркости на диапазоны из условия минимального значения стандартного отклонения средних по диапазонам значений пикселей от значений пикселей исходного изображения. В методе Оцу одинаковые пиксели изображения всегда относят к одному кластеру, состоящему из некоторого числа сегментов (связных областей) изображения. То, что метод Оцу не позволяет относить одинаковые пиксели к различным кластерам, препятствует его использованию для локализации объектов посредством классификации пикселей в зависимости от особенностей их локального распределения. Характерным недостатком вычисления оптимальных приближений методом Оцу является использование предложенной самим Н. Оцу нормализации гистограммы, которая, в общем случае смещает искомые значения яркостного порога. Принципиальным ограничением метода Оцу является то, что он не имеет очевидного обобщения на случай классификации многомерных пикселей цветовых или многоспектральных изображений.

Метод *K*–средних является старейшим методом многомерного кластерного анализа и интенсивно применяется не только в обработке изображений, но также и в ряде других областей, связанных с классификацией и распознаванием данных. В приложении к изображениям он сводится к итеративной коррекции разбиений пикселей на кластеры или сегменты посредством реклассификации пикселей из условия минимизации расстояния до центроидов в виде векторов

(столбцов) покомпонентно усредненных по кластерам яркостных значений. В учебной и научной литературе принято обсуждать метод *K*–средних без предварительного аналитического обоснования. Между тем, элементарные выкладки показывают, что минимизация расстояний до центроидов кластеров не равносильна минимизации стандартного отклонения. Поэтому для оптимизации приближений вместо метода *K*–средних оказывается эффективным применять метод коррекции разбиений в уточненном варианте [8].

Традиционная модель Мамфорда–Шаха [10–13] относится к теоретически и экспериментально обоснованным моделям сегментации изображения посредством итеративного слияния сегментов. Отождествление классов со связными сегментами, однако, ограничивает возможность отнесения пикселей экземпляров объекта и частей объекта к одному классу. Условие связности пикселей поддерживается в модели автоматически благодаря использованию единственной операции слияния смежных сегментов, которая не выводит из их множества. С другой стороны, использование единственной операции слияния сегментов при генерации разбиений изображения опирается на предположение, что последовательность оптимальных разбиений изображения является иерархической. Поскольку последовательность разбиений изображения, минимизирующих целевую функцию, вообще говоря, отличается от иерархической, единственность операции слияния сегментов является принципиальным недостатком вычислений в традиционной модели Мамфорда–Шаха, который исправляется за счет введения дополнительных операций с кластерами пикселей.

По поводу применения модели Мамфорда–Шаха следует заметить, что до начала текущего века оно ограничивалось недостаточным быстродействием компьютеров прошлого поколения. Для современных компьютеров проблема ускорения итерационных вычислений не исчезла, но была успешно преодолена усилиями программистов по ускорению вычислений «в лоб» при финансовой поддержке военно-морского ведомства США [13] и внедрена в практику обработки изображений в составе известного комплекса ENVI (Environment for Visualizing Images), рекламируемого и распространяемого в России компанией «Совзонд». Комплекс предназначен для анализа дистанционных снимков и используется также в научных исследованиях. С точки зрения последнего существенным, если не решающим, недостатком практической реализации, является громоздкость программ, поддерживающих скоростную обработку стандартными приемами программирования. В нашем решении необходимое ускорение генерации последовательности иерархических разбиений изображения достигается в алгоритме «поглощения» [8] за счет тысячекратного снижения числа итераций без рутинной оптимизации вычислений. Оптимизация вычислений по памяти и лаконичность программ достигается благодаря интенсивному применению структуры динамических деревьев [1,14,15].

Динамические деревья в практике обработки изображений впервые были применены в СПИИРАН [1]. Однако, в силу катастрофической нехватки оперативной памяти компьютеров прошлого поколения разработка имела скорее теоретическое, чем практическое значение, – нехватка памяти приводила к необходимости генерации упакованных копий данных, что снижало основной эффект экономии памяти за счет применения динамических деревьев.

С возрастанием мощности компьютеров структура данных динамических деревьев упростилась и сейчас содержит, помимо изображения, всего две формальные матрицы того же размера, которые поддерживают генерацию, запоминание и преобразование любого количества иерархических разбиений изображения в оперативной памяти компьютера. Кроме того, динамические деревья поддерживают признаковый анализ и фильтрацию кластеров или сегментов, анализируемых в качестве кандидатов на «объекты интереса». В целом, структура данных динамических деревьев обеспечивает эффект полноценного применения обычных деревьев, но без сопутствующих затрат оперативной памяти и чрезмерных затрат времени на перестройку структуры данных при модификации иерархии кластеров.

За границей динамические деревья, именуемые также «Disjoint sets», «Splay tree» и «Persistent data structure» преподаются с середины прошедшего десятилетия в Берклиевском университете в числе основных структур данных, правда, безотносительно обработки изображений. Появились в свободном доступе и первые программы быстрой сегментации изображений на основе динамических деревьев [16], которые в подходящих предметных областях активно эксплуатируются в России в качестве готовых продуктов, но по качеству сегментации уступают традиционной модели Мамфорда–Шаха и, тем более, приоритетным разработкам СПИИРАН.

Развитие решения

Следует заметить, что обсуждаемая тема исследований непосредственно связана с решением двух противоположных проблем – извлечению информации из цифрового изображения для автоматического распознавания объектов, и встраивания в изображение произвольных данных для целей стеганографии или устойчивой передачи явных или скрытых сообщений.

По проблеме встраивания данных в СПИИРАН активно проводились исследования в начале текущего века. Их результаты обобщены в монографии [17]. Главным результатом, полученным по

тематике встраивания данных в цифровое изображение, является целочисленная оценка информации, содержащейся в пикселях изображения, которая оценивается по фактическому объему встроенных данных при условии устойчивой передачи. При этом целочисленная оценка совпадает с классической шенноновской оценкой количества информации с точностью до округления вещественных значений и отличается от классической оценки тем, что порождает для каждого пикселя «вектор» (столбец) упорядоченных целочисленных значений, описывающих количество информации в изображении при последовательном снижении разрешения по яркости. В 2008 году результаты исследований защищены двумя патентами РФ №2329522 и №2331085 и по завершению исследования локализации и выделения объектов будут применены для распознавания объектов по информационным признакам при продолжении автоматизированной обработки.

По проблеме извлечения данных с применением динамических деревьев в контексте искусственного зрения исследования СПИИРАН проводились до 2002 года и были возобновлены только в 2009 году. При этом в рамках сформулированной «проблемы идентификации объекта на произвольном изображении» был решен ряд конкретных задач упорядочения и фильтрации информации в иерархическом представлении цифрового изображения для различных этапов автоматизированной обработки. В части формализации понятия объекта, решение отождествлялось с вычислением оптимальных кусочно-постоянных приближений изображения, минимально отличающихся от изображения по стандартному отклонению, а объекты или части объектов определялись как сегменты оптимальных приближений. Поскольку, в общем случае, последовательность оптимальных приближений не является иерархической, для вычисления перекрывающихся приближений мы предложили, в дополнение к традиционной операции слияния, использовать аналитически обоснованную операцию коррекции сегментов [7,8]. При этом в экспериментах по улучшению качества сегментации, а также посредством вычислении оптимальных приближений на стандартных примерах убедились, что иерархическая сегментация, действительно, не достаточно эффективна, т.к. недостаточно точно аппроксимирует изображение и влечет характерное для традиционных алгоритмов сегментации «стирание объектов» при слиянии сегментов.

Освоив вычисление оптимальных приближений изображения, мы пришли к выводу, что и двух операций преобразования множеств пикселей оказывается не достаточно для вычисления адекватной объектам «приблизительно» иерархической последовательности разбиений, состоящих из «приблизительно» связных сегментов. Поэтому в текущей разработке формализацию понятия объекта посредством оптимальных приближений, определяемых независимо от алгоритма их получения, мы дополняем их аналитическим обоснованием алгоритма локализации объектов, в котором для генерации последовательности разбиения изображения на изображения локализованных объектов предусматривается третья базовая операция дробления сегмента. Судя по предварительным экспериментам, ожидаемым результатом исследования является выявление «кусочно-иерархической» структуры изображения, аппроксимируемого иерархическими последовательностями приближений, которые вычисляются для последовательных диапазонов количества кластеров. При наличии заинтересованных сторон, в процессе выполнения работ может быть продолжено патентование результатов до обнародования в печати деталей алгоритмической реализации.

Заключение

Таким образом, суть концепции, разработанной в процессе решения «проблемы сегментации» сводится к следующему.

Сегментация изображения трактуется как стадия полностью автоматической обработки, разделяемой на локализацию и выделение объектов на изображении для последующего анализа признаков и распознавания. Локализация объектов состоит в разделении изображения на самостоятельные изображения с заданной иерархией составных частей, которые вычисляются по признакам кусочно-постоянных приближений изображения с оптимальным качеством, оцениваемым по стандартному отклонению приближения от изображения. Процедура локализации предназначена для последующего выделения среди указанных составных частей «объектов интереса», что реализуется на основе расширенной версии модели Мамфорда–Шаха с утроенным числом операций преобразования кластеров пикселей. Основным нововведением в модели Мамфорда–Шаха является аналитически обоснованный метод кластеризации, названный *K*–методом [9], который по эффективности повышения качества разбиений превосходит традиционный метод *K*–средних и применим в качестве многомерного аналога метода Оцу. Все вычисления выполняются в терминах динамических деревьев, которые обеспечивают запоминание миллионов вложенных разбиений в ограниченном объеме оперативной памяти и повышают быстродействие на порядок.

Как отмечалось выше, в текущем десятилетии ожидается значительный прогресс в области искусственного интеллекта, в частности, машинного зрения. При этом концептуальное осмысление развиваемых конкретных решений становится особенно актуальным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Харинов М.В. Разработка динамических структур данных системы автоматизированного распознавания изображений / Автореф. Дис. канд. технич. наук. – СПб. 1993. –20 с.
2. Kharinov M.V. Proved Image Segmentation, Chapter 10 in book: Image Processing: Methods, Applications and Challenges / Ed. Vítor Hugo Carvalho, New York: Nova Science Publishers, Inc., 2012. – P. 207–227.
3. Бугаев А.С., Хельвас А.В. Поисковые исследования и разработка методов и средств анализа и автоматического распознавания потоковой информации в глобальных информационных системах. Шифр «Лацкан» // Отчет по НИР. – М.: МФТИ, 2001. Т. 1. – 140 с.
4. Харинов М.В. Устойчивая сегментация цифрового изображения // Компьютерная графика и зрение (Графикон'2012) // Труды 22-й международной конференции по компьютерной графике и зрению: Москва, МГУ им. М. В. Ломоносова, 2012. – С. 208–213.
5. Otsu N. A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms // IEEE Transactions on systems, MAN, and CYBERNETICS. January 1979. Vol. SMC-9, №.1, – P. 62–66.
6. Ping-Sung Liao, Tse-Sheng Chen, Pau-Choo Chung A Fast Algorithm for Multilevel Thresholding // J. Inf. Sci. Eng. 2001. Vol. 17 (5). P. 713–727.
7. Харинов М.В. Устойчивая сегментация изображения // Вестник Бурятского государственного университета. 2012. №9, – С. 64-69.
8. Мандель И.Д. Кластерный анализ. – М.: Финансы и статистика. 1988. – 176 с.
9. Харинов М.В. Обобщение трех подходов к оптимальной сегментации цифрового изображения // Труды СПИИРАН. 2013. Вып. 2(25). – С. 294–316.
10. Mumford D., Shah J. Boundary detection by minimizing functionals.. // Proc. IEEE Comput. Vision Patt. Recogn. Conf., – San Francisco. 1985. – P. 22–26.
11. Mumford D., Shah J. Optimal Approximations by Piecewise Smooth Functions and Associated Variational Problems // Communications on Pure and Applied Mathematics. 1989. Vol. XLII, №4. – P. 577–685.
12. Koepfler G., Lopez C., Morel J. A Multiscale Algorithm for Image Segmentation by Variational Method // SIAM Journal on Numerical Analysis. 1994. Vol. 31, №1, – P. 282–299.
13. Robinson B.J., Redding N.J., Crisp D.J. Implementation of a fast algorithm for segmenting SAR imagery // Scientific and Technical Report, Australia: Defense Science and Technology Organization, Australia. 01 January 2002. – 42 p.
14. Tarjan R.E. Efficiency of a Good But Not Linear Set Union Algorithm // Journal of the ACM Vol. 22 (2), 1975. – P. 215–225.
15. Sleator D.D., Tarjan R.E. Self–Adjusting Binary Search Trees // Journal of the ACM Vol. 32 (3), 1985. – P. 652–686.
16. Nock R., Nielsen F. Statistical Region Merging // IEEE Trans. Pattern Anal. Mach. Intell. Vol. 26 (11), 2004. – P. 1452–1458.
17. Харинов М.В. Запоминание и адаптивная обработка информации цифровых изображений / Под ред. Р.М. Юсупова. – СПб.: Изд-во СПб. ун-та, 2006. – 138 с.

Калачева С.Б.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

АНАЛИЗ ДВУХ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ РАССТАНОВКИ ЗАДАЧ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСКОЛЬКИХ ПРОЦЕССОРОВ

Введение

Одним из требований к многопроцессорным системам, используемых для решения задач в системе реального времени (СРВ), является выполнения нужного количества повторяющихся задач на заданном числе процессоров. Задания для процессоров по этим задачам генерируются через постоянные промежутки времени. Рассматриваются две схемы расстановки задач: без приоритетов и с приоритетами с вытеснением задач. Можно задавать до 20 задач. Рассматривается жесткая СРВ, для которой нарушение сроков выполнения задач недопустимо. Предполагается, что период генерации заданий и время их выполнения известны перед их обработкой процессором, то есть реализованный планировщик заданий – это планировщик периода разработки СРВ. Результаты расстановки задач по процессорам проверяются на этапе моделирования обработки задач на отведенных процессорах той же программной системой.

1. Получение данных для задач

Поскольку реальные данные для задач отсутствуют на этом этапе исследования, эти данные получались с помощью генератора случайных чисел. Генерировались период, в течение которого выполнение задачи должно повториться, и время выполнения задачи. Полученные значения округлялись – величина периода до сотен микросекунд, величина продолжительности задачи – до десятков микросекунд для простоты восприятия данных и уменьшения периода моделирования. Так как в начальный момент времени все задания готовы к выполнению, моделирование осуществлялось до повторения этого расположения задач, что соответствует перемножению значений периодов без учета двух последних нулей. Таким образом, рассматривались всевозможные сочетания выполнения задач.

2. Нагрузка как характеристика задач и процессора

Сгенерированные данные фиксировались; по ним вычислялась нагрузка для каждой задачи как отношение времени выполнения задачи к периоду задачи. Средняя нагрузка процессора задавалась в специальном окне. Нагрузка процессора определялась как сумма нагрузок задач, вычисляемых на

этом процессоре. Подсистема генерации задач оценивала число требуемых процессоров при данной средней нагрузке процессора, и выполнялась расстановка задач по этим процессорам, сначала без приоритетов. При этом число запрашиваемых процессоров могло уменьшаться или увеличиваться. Проверка корректности расстановки задач по процессорам проверялась в результате моделирования выполнения этих задач на многопроцессорном комплексе в той же программной системе.

3. Критерий выполнимости задачи

В результате моделирования на каждом шаге определялось время отклика задачи, то есть время от начала периода до конца выполнения задачи. Задача считается успешно выполненной, если максимальное время отклика не больше периода задачи. Для случая одного процессора существует рекуррентная формула вычисления максимального времени отклика задачи. Для многопроцессорных систем такой формулы нет, и время отклика определялось в процессе моделирования. В случае задач без приоритетов в системе вычислялось минимальное и максимальное время отклика за время моделирования, а также среднее время отклика за время моделирования. Среднее время отклика вычислялось двумя способами – как среднее арифметическое и сложением двух первых значений времен отклика, затем деление результата на два, затем добавление к результату третьего значения времени отклика, деление на два и так далее.

Пример результата моделирования приведен на рисунке 2. На рисунке 1 приведено основное окно задачи. По результатам моделирования для каждой задачи строилась гистограмма распределения времени отклика, где по одной оси откладывался интервал времени отклика, а по другой оси – процент значений максимальных времен отклика, попадающих в этот интервал. Примеры гистограмм приводятся на рисунке 4. Затем то же самое проделывалось для схемы расстановки задач с приоритетами (рисунки 3 и 5 соответственно).

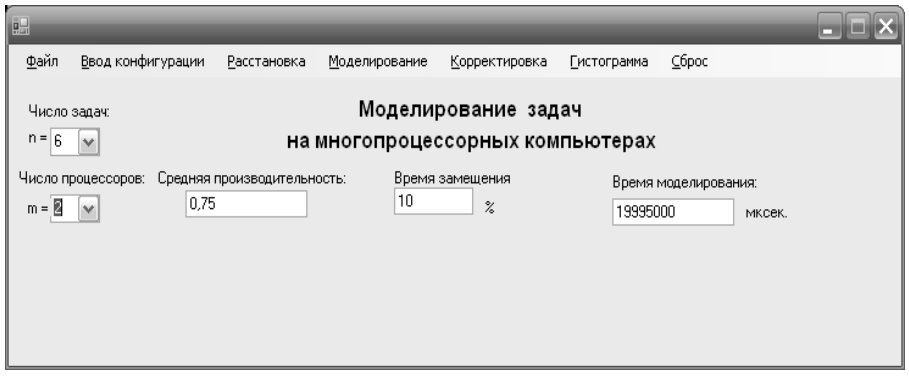


Рис. 1. Основное окно программы

	T:	C:	U:	P:	Rmin:	Rmax:	Nproc:	Pproc:	Rmd1:	Rmd2:
01	100	50	0,5	1	50	50	1	0,5	50	50
02	300	140	0,46666	1	140	140	2	0,46666	140	140
03	2500	330	0,132	1	330	1650	3	0,38369	668,759	461,430
04	3100	400	0,12903	1	400	1550	3	0,38369	518,575	418,630
05	7500	920	0,12266	1	920	1650	3	0,38369	939,628	921,563
06	8600	1040	0,12093	1	1040	1040	4	0,12093	1040	1040
07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 2. Моделирование без приоритетов

4. Особенности выполнения задач с приоритетами

В отличие от задач без приоритетов, для задач с приоритетами и замещениями при снятии низкоприоритетной и установке высокоприоритетной задачи требуется дополнительное время. Оно рассчитывается, как 10% от задачи минимальной продолжительности в 50 команд по 5 тактов на команду. Если тактовая частота процессора равняется примерно 100 МГц, тогда задержка на

выгрузку и загрузку следующей задачи составляет примерно 0,25 микросекунд, что получается из составленной пропорции.

5. Корректировка расстановки задач по процессорам

Если в результате процесса моделирования выяснялось, что для расстановки задач с приоритетами время отклика превышает значение периода задачи, то есть задача не выполняется в срок, такая схема расстановки задач по процессорам признавалась некорректной и выполняется корректировка этой схемы. В процессе корректировки выбирался процессор с минимальной загрузкой, с него снималась одна из задач с небольшой нагрузкой и ставилась невыполненная задача. Та задача, которая была снята с процессора, ставилась на процессор с минимальной загрузкой после пересчета загрузок процессоров. Затем снова выполнялось моделирование выполнения задач. Если не выполнялись несколько задач, алгоритм корректировки примерно сохранялся. В сложных случаях выполнялось несколько итераций.

В случае расстановки задач без приоритетов экспериментально была установлена следующая закономерность. Для того, чтобы все задачи выполнялись на процессоре, необходимо и достаточно, чтобы сумма их времен выполнения не превышала минимальный период для этих задач. Поэтому при корректировке просто делалась попытка постановки задачи на последний не полностью загруженный процессор.

6. Результаты анализа расстановки задач по процессорам

В результате анализа расстановок задач по процессорам было установлено, что для задач с небольшим временем выполнения (как правило, всего генерировалось не более шести задач), а именно для первых трех задач из перечня задач, предпочтительнее было расположение задач с учетом приоритетов, как по минимальному и максимальному значению отказов, так и по среднему значению отказов. Для задач с большим временем выполнения и периодом лучшим оказался метод расстановки задач без приоритетов.

7. Пример

Пример набора задач из шести задач приведен ниже (рисунки 1–3). Вычисляется промежуток повторения вычислений от выстраивания задач в начальный момент времени до следующего выстраивания задач на выполнение. Он равен для этого случая 19 995000 мксек.

Таблица

Число процессоров 2 Конфигурация 6 задач Суммарная прои

	T:	C:	U:	P:	Rmin:	Rmax:	Nproc:	Pproc:	Rmd1:	Rmd2:
01	100	50	0,5	1	50	50	1	0,87262	50	50
02	300	140	0,46666	1	140	140	2	0,59866	140	140
03	2500	330	0,132	2	610,099	750,100	2	0,59866	670,100	641,528
04	3100	400	0,12903	2	850,399	850,400	1	0,87262	850,399	850,399
05	7500	920	0,12266	3	1870,89	2671,35	1	0,87262	2451,92	2492,95
06	8600	1040	0,12093	4	2091	5562,85	1	0,87262	4084,86	4426,53
07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Рис. 3. Моделирование с приоритетами

В таблицах (рисунки 2 и 3) обозначено:

1. T – период задачи,
2. C – время выполнения задачи,
3. U – нагрузка задачи,
4. P – приоритет задачи,
5. Rmin – минимальное значение времени отказа,
6. Rmax – максимальное значение времени отказа,
7. Nproc – номер процессора на котором решается задача,
8. PProc – суммарная нагрузка этого процессора,

9. Rmd1 – среднее арифметическое время отказа,
10. Rmd2 – среднее время отказа, считающееся вторым способом.

Все временные характеристики приведены в микросекундах.

Из анализа таблиц следует, что задачи без приоритетов требуют существенно большего числа процессоров. Но для остальных трех задач с большей величиной времени выполнения, предпочтительнее расстановка задач без учета приоритетов как по минимальному и максимальному значению отказов, так и по среднему значению отказов. Гистограммы отказов для задач без приоритетов напоминают гиперболы, то есть число отказов уменьшается с величиной отказов. Гистограммы отказов для задач с приоритетами и замещением напоминают параболы, то есть число отказов увеличивается с величиной отказов.

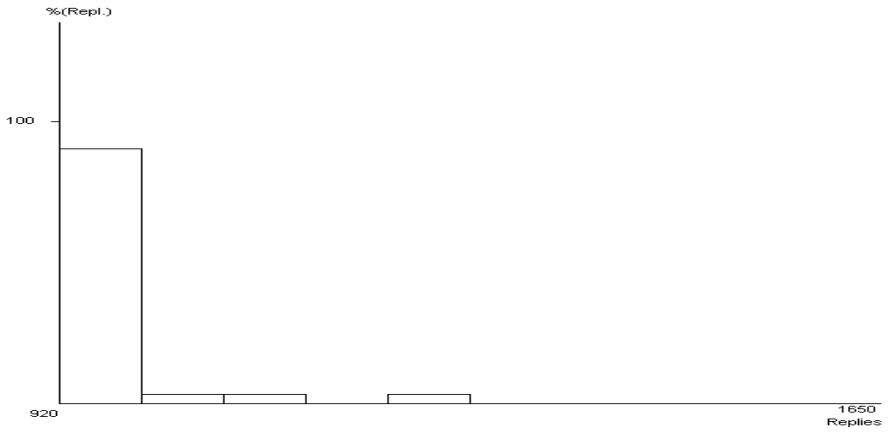


Рис. 4. Гистограмма отказов для задач без приоритетов

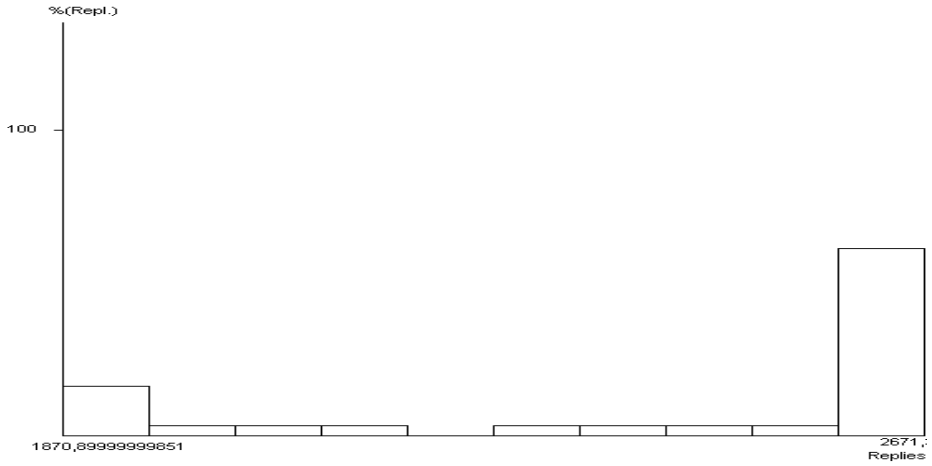


Рис. 5. Гистограмма отказов для задач с приоритетами

Заключение

По результатам анализа сделаны следующие выводы:

1. Если важно быстрое выполнение коротких задач, то осуществляется схема расстановки задач с приоритетами и с вытеснением задач.
2. Если важно оптимальное выполнение всех задач, то выбирается схема расстановки задач без приоритетов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никифоров В.В. Операционные системы реального времени – СПб: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2007. 110 с.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И ТЕХНОЛОГИИ

Григорьев В.А.
Россия, Санкт-Петербург, ООО «Лаборатория инфокоммуникационных сетей», Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

ОБЩИЙ ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Процессы проектирования и строительства сетей радиосвязи начинаются с предварительного анализа ситуации на рынке услуг радиосвязи. На этом этапе выясняется, какие услуги связи предоставляются на предполагаемой территории в недостаточной мере или не предоставляются вовсе. Определяются прогнозируемые потребности (объемные показатели) в услугах связи и основные требования к параметрам услуги связи. Уже на этом этапе оператор формирует представление о возможных технологиях и оборудовании радиосвязи, на основе которых планируемые услуги могут быть предоставлены с заданными технико-экономическими показателями.

Проектирование – это процесс составления описания нового или реконструируемого объекта (сети связи или ее элемента), достаточного для его изготовления в заданных условиях.

Цель проектирования состоит в создании наилучшего описания сети связи с точки зрения предъявляемых требований.

Проект представляет собой совокупность документов, составленных в соответствии с установленным перечнем, в которых представлен результат проектирования (обычно в виде пояснительных записок, чертежей, смет, ведомостей и т.д.), позволяющая построить и довести до рабочего состояния запроектированный объект.

При проведении предварительного анализа необходимо ответить на вопросы своеобразной «анкеты». Типовые вопросы могут быть следующими.

1. Вопросы, определяющие структуру системы радиосвязи:

– описание системы, в которую входит система радиосвязи; либо задач, решаемых с помощью системы радиосвязи;
– взаимодействующие системы и сети связи;
– количество абонентов, которое будет действовать в системе радиосвязи;
– зона обслуживания (структура) системы радиосвязи, предназначенная к реализации;
– максимальная удаленность абонентов;
– характер местности, зданий, сооружений и условия распространения радиоволн;
– мобильность абонентов системы радиосвязи (носимые, возимые, стационарные радиостанции абонентов).

2. Вопросы, определяющие виды услуг, реализуемых в системе радиосвязи:

– цель создания системы радиосвязи;
– характеристика сообщений, передаваемых в системе радиосвязи (передача речи (телефония), передача данных, передача видеоинформации и т.д.);
– наличие выхода на сеть общего пользования или другие сети связи;
– требования к качеству связи (пропускная способность, оперативность, достоверность и др.);
– дополнительные технологические возможности (определение координат и др.).

3. Вопросы, определяющие условия функционирования средств радиосвязи:

– климатические условия применения средств радиосвязи;
– характер электромагнитной обстановки в зоне обслуживания и в прилегающих зонах (выявление предполагаемых источников помех), требования к устойчивости связи.

1. Требования к безопасности и конфиденциальности радиосвязи, специальные требования.
2. Допустимый диапазон стоимости на одного абонента.
3. Требования к надежности, массе, габаритам, дизайну, удобству использования, эргономические показатели.
4. Требования к питанию абонентских радиостанций и всего оборудования, входящего в систему радиосвязи.
5. Предполагаемое развитие системы радиосвязи на какой-либо период времени.

Перечень перечисленных здесь вопросов не претендует на полноту, так как в каждом конкретном случае необходимо учитывать специфику задач, решаемых системой радиосвязи. Поэтому количество вопросов может быть увеличено или уменьшено в зависимости от масштабов системы связи и существенности требований.

На этапе предварительного анализа целесообразно привлечь специалистов по проектированию систем радиосвязи, что застрахует от упущения важных для дальнейшего процесса строительства деталей и позволит сформировать основные представления о направлениях реализации системы радиосвязи.

Этап предварительного анализа служит в основном для выработки стратегических направлений проектирования, с тем, чтобы сформировать представление о возможных допустимых вариантах построения системы; для определения наиболее критичных в реализации услуг (задач связи) и определения показателей качества, по которым возможно осуществлять отбор вариантов проектов. На основе полученных на этапе предварительного анализа данных оператором связи формируется техническое задание (ТЗ) на систему радиосвязи, которое используется для проведения тендера.

При формировании технического задания привлечение специалиста проектной организации (или консалтинговых организаций, компаний-интеграторов) уже обязательно, так как необходимо принимать решения о диапазонах частот, стандартах связи, требованиях к услугам связи и т.д.

В техническом задании отражаются все существенные для дальнейшего процесса строительства и эксплуатации требования. Примерный перечень вопросов, отражаемых в ТЗ на систему, приведен в таблице 1.

На основании технического задания проводится конкурс проектных предложений изготовителей, поставщиков оборудования радиосвязи и других заинтересованных организаций.

Техническое задание и условия проведения конкурсного отбора рассылаются заинтересованным организациям (изготовителям, поставщикам, интеграторам, консалтинговым организациям), которые представляют свои проектные предложения в соответствии с ТЗ.

Таблица 1

№ п/п	Наименование раздела «Техническое задание на систему радиосвязи»
1.	Общие сведения.
1.1	Полное наименование и условное обозначение системы радиосвязи.
1.2	Сведения о заказчике – операторе связи.
1.3	Сведения об источниках финансирования.
1.4	Планируемые цели и результаты работ по созданию системы радиосвязи.
2.	Назначение и цели создания системы связи.
2.1	Назначение.
2.2	Цели создания.
3.	Характеристика системы радиосвязи.
3.1	Структурная схема системы радиосвязи (на карте).
3.2	Схема организации связи.
3.3	Условия эксплуатации (механические и климатические).
4.	Технические требования к системе радиосвязи.
4.1	Требования к стандартам радиосвязи.
4.2	Требования к абонентским устройствам по реализации услуг радиосвязи. Характеристика абонентов и требования по объему информационного взаимодействия между ними.
4.3	Требования к абонентскому оборудованию.
4.4	Требования к системе связи в штатном режиме работы.
4.5	Требования к системе связи в режиме восстановления.
4.6	Требования к подсистеме диагностирования и восстановления.
4.7	Требования к персоналу, эксплуатирующему систему радиосвязи (порядок обучения и т.д.).
4.8	Требования к надежности технических средств.
4.9	Требования по безопасности эксплуатации.
4.10	Требования по безопасности информационного обмена.
5.	Состав системы радиосвязи.
5.1	Подсистема управления системой радиосвязи.
5.2	Коммутационное оборудование.
5.3	Базовые станции.
5.4	Абонентское оборудование.
5.5	Терминалы обслуживания и эксплуатации.
5.6	Антенно-фидерное оборудование.
5.7	Система электроснабжения.
5.8	Контрольно-измерительное оборудование.
6.	Основные режимы работы системы радиосвязи и требования к качеству.
6.1	Режимы работы системы связи.
6.2	Требования к временным параметрам (установление соединения, передача сообщений и т.д.).
6.3	Требования к достоверности передачи сообщений.
6.4	Требования к качеству услуг связи (скорость передачи, интерфейсы, объем передачи, протоколы и т.д.).
7.	Требования к поставке.
7.1	Условия контрактов (условия поставки: стоимость, сроки, условия сервисного обслуживания в гарантийный

	и послегарантийный период, требование к ЗИП, стоимость обучения персонала и т.д.).
7.2	Требования к проектным предложениям представителей оборудования и фирм-поставщиков (описание системы, структура системы связи, схема организации связи, расчет линий связи, указания на соответствие стандартам и НТД, стоимость оборудования, проектирования и монтажа.
7.3	Требования по сертификации оборудования.
8.	Порядок реализации системы радиосвязи.

Приложения

1. Структурная схема системы радиосвязи.
2. Схема организации связи.
3. Карта с нанесением зоны обслуживания и стационарных объектов.

Сопоставление представленных предложений происходит по целому ряду показателей качества, но, прежде всего, оценивается степень компетентности при решении поставленных задач, степень готовности оборудования (техническая и правовая), степень реализации требований ТЗ, возможности развития и т.д.

В результате, как правило, оператор связи останавливает свой выбор на одном из изготовителей оборудования. Как только выбор оборудования осуществлен, оператор может начинать выполнение предпроектных работ, которые проводят самостоятельно или совместно с проектной организацией (рисунок 1).

Рис. 1. Этапы создания системы радиосвязи

На основании исходных данных, полученных в результате выполнения предпроектных работ, разрабатывается проектная документация на сеть связи и на объекты связи.

По окончании процесса проектирования у строителей и монтажников появляется проект – описание объекта связи, в соответствии с которым можно его построить. На основании спецификаций проекта осуществляется заказ и поставка оборудования и материалов.

При наличии проектной документации, оборудования, материалов, обученного персонала возможно строительство элементов сети радиосвязи.

После завершения строительства производятся пусконаладочные работы, результатом которых является запуск сети в эксплуатацию в заданных режимах.

По завершении строительства сеть связи сдается в эксплуатацию комиссии, назначаемой руководителем предприятия-заказчика строительства (при участии представителей Роскомнадзора). На объекты связи, подпадающие под определение капитальных, регистрируется право собственности в Государственных бюро регистрации имущества.

На рисунке 2 показаны основные процессы, от которых зависит сдача в эксплуатацию сети радиосвязи.

Всего можно выделить три основных процесса, которые относительно независимы (не считая того, что результаты некоторых этапов одних процессов являются исходными данными для других процессов). Первый связан с получением всевозможных разрешений на использование частот и других разрешительных документов. Второй процесс состоит из проектных работ и процедур экспертизы проектной документации. Третий процесс представляет собственно строительство объектов и сооружений связи. На рисунке 2 более темным цветом выделены этапы, длительность выполнения которых определяется органами государственной власти и уполномоченными структурами.

Считаем, что строительство капитальных объектов завершено и у заказчика строительства сети связи имеются или документы, подтверждающие право собственности или договоры аренды на помещения, которые находятся в собственности арендодателя. Если это не так, процесс усложняется, и продолжительность его увеличивается на длительность строительства объектов капитального строительства и их регистрации.

Если хотя бы один из процессов не окончен, законно сдать сеть в эксплуатацию не представляется возможным. Кроме того, при строительстве именно сетей радиосвязи, бессмысленно начинать какие либо действия, например, по проектированию сети, не получив разрешительных документов на выделение частотного ресурса и лицензий на осуществление деятельности в области связи.

Поэтому процесс получения всевозможных разрешений на использование выделяемых государством ресурсов является наиболее важным и критичным.

В общем случае выполнение работ и распределение сил и средств по этапам необходимо планировать так, чтобы все три процесса закончились одновременно.

Сложность в планировании состоит в том, что спрогнозировать длительности этапов, зависящие от регулятора, очень трудно.

При строительстве сетей радиосвязи присутствует значительное количество не управляемых со стороны оператора связи этапов, которые увеличивают риски завершения строительства сети, а, следовательно, и финансовые риски операторской деятельности в целом.

Поэтому одной из целей операторов является уменьшение влияния такого рода рисков на процесс строительства за счет воздействия на законодательную базу отрасли с целью, прежде всего, сокращения сроков рассмотрения заявительных документов, упрощения порядка строительства, а так же достижения стабильности нормативной базы и предсказуемости рассмотрения всевозможных заявок и обращений.

Этап строительства системы радиосвязи, в которой предполагается предоставление услуг связи, подлежащих обязательному лицензированию, формально может быть начат сразу после получения лицензии на деятельность в области связи.

Рис. 2. Основные процессы, от которых зависит сдача в эксплуатацию сети радиосвязи

По завершении строительства оператор назначает приемочную комиссию для сдачи объектов связи в эксплуатацию, осуществляет приемку объектов сети связи и проверяет:

1. Соответствие вводимого объекта утвержденному проекту;
2. Соответствие вводимого объекта лицензии, имеющейся у оператора;
3. Соответствие выполненных строительно-монтажных работ требованиям санитарных нормам и правил (СНиП) и НТД;
4. Наличие сертификатов соответствия на оборудование и материалы, если они не предъявлялись на этапе регистрации строительства;
5. Наличие решений ГКРЧ на выделение полос, разрешений на использование номиналов частот и свидетельств о регистрации РЭС Роскомнадзора;

6. Наличие у подрядной организации Допуска СРО на строительно – монтажные работы;
7. Наличие эксплуатационной документации;
8. Знание персоналом правил и инструкции технической эксплуатации и техники безопасности;
9. Наличие средств измерений и испытательного оборудования, а также документов, подтверждающих их метрологическую пригодность: свидетельств о поверке или сертификатов о калибровке. Наличие аккредитации в органах ФАТРМ (бывший Госстандарт) организации, осуществляющей поверку и калибровку средств измерений и аттестацию испытательного оборудования;
10. Результаты испытаний вводимого в эксплуатацию оборудования и комплексного опробования объекта в целом;
11. Обеспечение организации охраны труда и техники безопасности;
12. Организацию защиты природной среды;
13. Решение вопросов по организации Системы оперативно-розыскных мероприятий.

При положительных результатах приемки подписывается Акт (форма КС-14) и объект связи ставится на баланс предприятия.

Включение радиосредств на излучение может производиться только после регистрации РЭС и приемки объектов связи.

По согласованию с органами Роскомнадзора иногда допускается включение РЭС раньше приемки объектов связи, например, контрольное включение.

В процессе эксплуатации оцениваются показатели системы радиосвязи, на основании результатов оценки происходит корректировка и доработка проекта, формируется план развития системы радиосвязи.

Клевков П.А., Острейковский В.А.
Россия, Сургут, Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В КОРПОРАТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

С середины 80-х годов прошлого века в электроэнергетической отрасли страны стали проявляться признаки стагнации: производственные мощности обновлялись заметно медленнее, чем росло потребление электроэнергии. В 90-е годы в связи с резким спадом промышленного производства потребление электроэнергии существенно уменьшилось. Поэтому, несмотря на практически полную остановку процесса обновления мощностей, Россия не испытывала нехватки электроэнергии. С началом нового века экономика страны стала постепенно восстанавливаться. Одновременно возросло потребление электричества. При этом рост нагрузки не компенсировался адекватным вводом новых генерирующих мощностей. Стало ясно, что если не будут приняты усилия по реформированию отрасли, то через несколько лет страна столкнётся с острой нехваткой электроэнергии.

В 2003 году начат процесс реформирования «ЕЭС России». Подконтрольный государству холдинг РАО «ЕЭС России» владел крупными, зачастую контрольными пакетами акций, так называемых АО-энерго (Мосэнерго, Липецкэнерго, Иркутскэнерго). Они объединяли электростанции, сгруппированные по территориальному признаку, местные участки магистральных сетей, распределительные сети, сбытовые и сервисные подразделения. Согласно плану реформы, АО-энерго должны быть разделены на отдельные предприятия, осуществляющие различные виды деятельности (генерацию, транспортировку, распределение, сбыт). После этого получившиеся компании объединялись в соответствующие специализированные компании – генерирующие, сбытовые и т.д. В результате реформы вертикально-интегрированный холдинг РАО «ЕЭС России» преобразовался в группу компаний, специализирующихся на определенных видах деятельности и контролирующие соответствующие профильные активы.

Генерирующие предприятия объединяются в межрегиональные компании двух видов: генерирующие компании оптового рынка (оптовые генерирующие компании – ОГК) и территориальные генерирующие компании (ТГК). Реализацию электроэнергии потребителям осуществляют сбытовые предприятия. Оптовый рынок электроэнергии контролирует Администратор торговой системы.

Транспортную инфраструктуру энергосистемы образуют ОАО «Федеральная сетевая компания Единой энергетической системы» (ОАО «ФСК ЕЭС»), управляющая Единой национальной электрической сетью (ЕНЭС) и межрегиональные распределительные сетевые компании (МРСК), осуществляющие доставку электроэнергии потребителям по сетям низкого напряжения. Управление технологическими режимами работы энергосистемы осуществляет ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» (ОАО «СО ЕЭС»).

Особое внимание в ходе реформы уделяется транспортным активам – высоковольтным линиям электропередачи (220 кВ и выше). Учитывая высокую важность магистральных сетей для регулирования отрасли, планом реформы предусмотрено сохранение полного контроля государства над ними. Все магистральные сети, выделенные из АО-энерго, включаются в состав ОАО «ФСК ЕЭС» (контрольный

пакет акций принадлежит государству). Функции и активы региональных диспетчерских управлений (РДУ) передаются ОАО «СО ЕЭС», также находящемуся под полным контролем государства.

Сегодня функционирование энергосистемы Российской Федерации основывается на сочетании действующей под государственным контролем технологической и коммерческой инфраструктуры, с одной стороны, и взаимодействующих между собой в конкурентной среде организаций осуществляющих выработку и сбыт электроэнергии. В коммерческую инфраструктуру входит ОАО «Администратор торговой системы» и его дочерняя организация ЗАО «Центр финансовых расчетов». Деятельность инфраструктурных организаций, в том числе ценообразование и условия взаимодействия с контрагентами, подлежит государственному регулированию. К организациям технологической инфраструктуры относится Федеральная сетевая компания, управляющая ЕНЭС – ОАО «ФСК ЕЭС», МРСК и организация, осуществляющая диспетчерское управление: Системный оператор – ОАО «СО ЕЭС».

Главная функция Системного оператора – контроль за соблюдением технологических параметров функционирования энергосистемы. Для исполнения этой функции Системный оператор может отдавать обязательные к исполнению команды генерирующим и сетевым компаниям (СК), потребителям с регулируемой нагрузкой. В соответствии с [1], каждый субъект электроэнергетики и потребитель электрической энергии с управляемой нагрузкой обязан обеспечить работу основного и резервного каналов связи с соответствующим диспетчерским центром (ДЦ) для передачи диспетчерских команд и информации о технологическом режиме работы объектов электроэнергетики, необходимой ДЦ для управления электроэнергетическим режимом энергосистемы. Для того, чтобы одновременные повреждения основного и резервного каналов происходили как можно реже, они должны проходить по географически разнесённым трассам.

РДУ взаимодействует с СК по вопросам эксплуатации средств диспетчерского и технологического управления (СДТУ), как в рамках оперативного взаимодействия (с фиксированием в оперативных журналах названия подстанции, даты и времени, наименования и краткого описания нарушения в работе СДТУ), так и по вопросам текущей эксплуатации. Оперативное взаимодействие по устранению повреждений осуществляет дежурный по связи РДУ путём обращения к дежурному инженеру связи СК. Взаимодействие по текущим вопросам осуществляют специалисты РДУ и СК в части организации работ в своих зонах эксплуатационной ответственности.

СДТУ энергообъектов это диспетчерско-технологическая сеть связи и оборудование, обеспечивающее измерение, формирование и передачу информации (телеметрии) о технологическом режиме работы энергообъектов, удалённое управление (телеуправление, телерегулирование), а также каналы передачи данных, используемые для осуществления информационного обмена.

Процесс информационного обмена обеспечивается следующими средствами: каналы (тракты) передачи данных, диспетчерская связь, технологическая связь, телеметрия о технологическом режиме работы энергообъекта, команды телеуправления и телерегулирования.

Канал связи (тракт) представляет собой линейную структуру, состоящую из непрерывной последовательности следующих друг за другом точек – ресурсов устройств, определяемых номерами тайм-слотов потока E 1, виртуальных контейнеров SDH-структур, виртуальных каналов ATM-интерфейсов, уникальными наименованиями устройств или позиционными обозначениями аппаратных интерфейсов (рисунок 1).

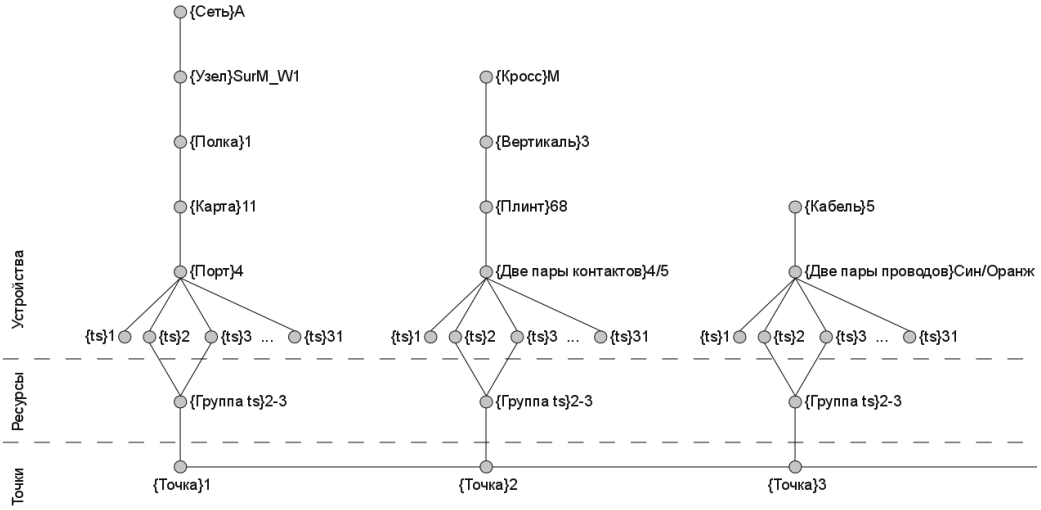


Рис. 1. Линейная структура канала связи

Канал связи может проходить по транспортной сети связи, построенной на каналообразующем оборудовании разных производителей и реализующей различные технологии передачи данных.

Подавляющее большинство современного телекоммуникационного оборудования управляется посредством фирменных систем, представляющих собой программно-аппаратные комплексы с различными по степени реализации алгоритмами управления и качеством предоставляемой функциональности для хранения сопутствующей информации (рисунок 2).

Границы зон эксплуатационной ответственности по работоспособности каналов диспетчерско-технологической связи между СК и РДУ приводятся на схемах. Схемы разрабатываются СК для каждого канала или групп каналов, объединённых по линейному или кроссовому оборудованию (рисунок 3).

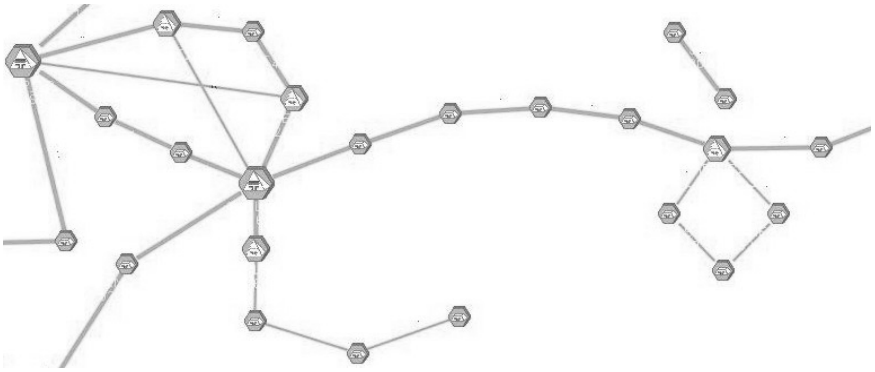


Рис. 2. Фрагмент графического представления топологии сети одной из систем управления телекоммуникационными сетями

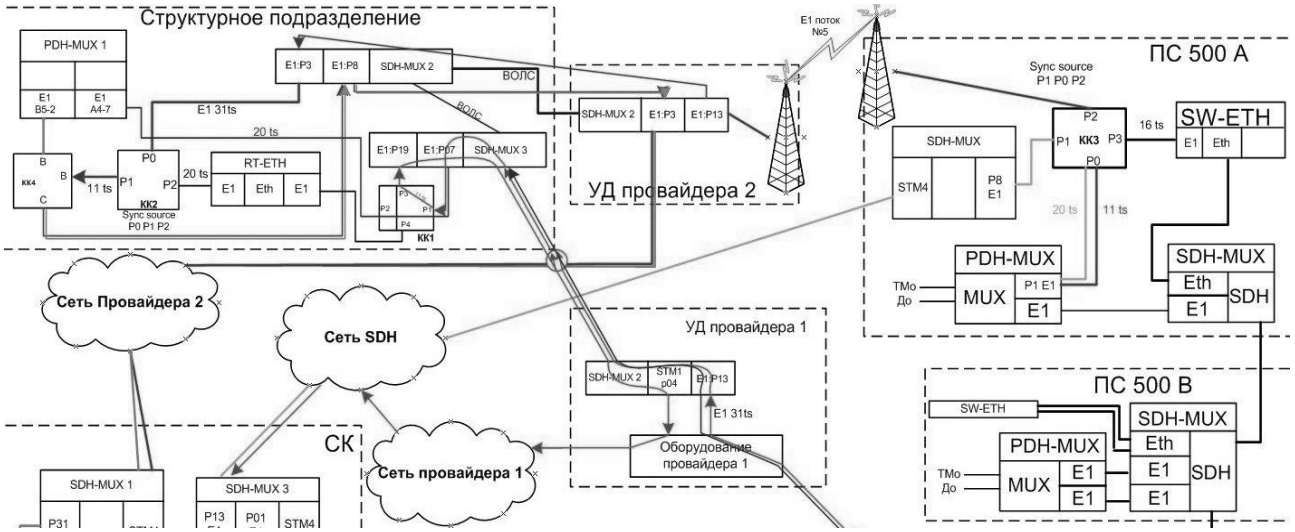


Рис. 3. Фрагмент одной из схем организации линий связи

На сегодняшний день, основные трудности, возникающие в процессе эксплуатации существующих систем, обусловлены влиянием следующих факторов:

- реформы электроэнергетики;
- значительный территориальный масштаб;
- большое количество элементов и их типов;
- интенсивное развитие техники связи;
- высокая динамика обновления сетей;
- разнородность используемых систем;
- трудоёмкость применяющихся методов анализа данных.

Поэтому, целью работы является оптимизация информационных потоков корпоративных и технологических систем для принятия решений, направленных на повышение эффективности эксплуатации телекоммуникационных сетей. Для достижения этой цели, на данном этапе необходимо решить следующие задачи:

- систематизация и организация структур данных [2];
- накопление и анализ статистических данных.

Методы достижения цели и задач исследования: теория безопасности, надежности и риска.

Основополагающая роль электроэнергетики в экономике и общественной жизни определяет значительные требования к надёжности телекоммуникационных сетей, обеспечивающих информационный обмен в процессе функционирования отрасли. Часто время, затрачиваемое на локализацию и устранение неисправности канала связи, при используемых средствах хранения,

обработки и передачи информации, значительно превышает сроки, установленные в электроэнергетике. За период с начала 2009 года по середину 2012 года была накоплена информация о 361 критическом инциденте в функционировании каналов телемеханики, которые фиксировались через каждые 1440 часов (60 дней). В качестве критического инцидента регистрировался отказ хотя бы одного из 56 не резервированных каналов или отказ резервирующей друг друга пары каналов (т. е. одновременный отказ сразу двух каналов, дублирующих информацию от одного объекта диспетчеризации). Эти данные описывают нарушения в функционировании каналов телемеханики для 88 восстанавливаемых объектов мониторинга.

На основе накопленной информации был произведён расчёт и построен график (рисунок 4) изменения параметра потока отказов:

$$\omega(t) = \frac{\Delta n_1(\Delta t)}{N_0 \Delta t}, \quad (1)$$

где $\Delta n_1(\Delta t)$ – общее число отказов за интервал времени Δt;

N_0 – общее число объектов под наблюдением.

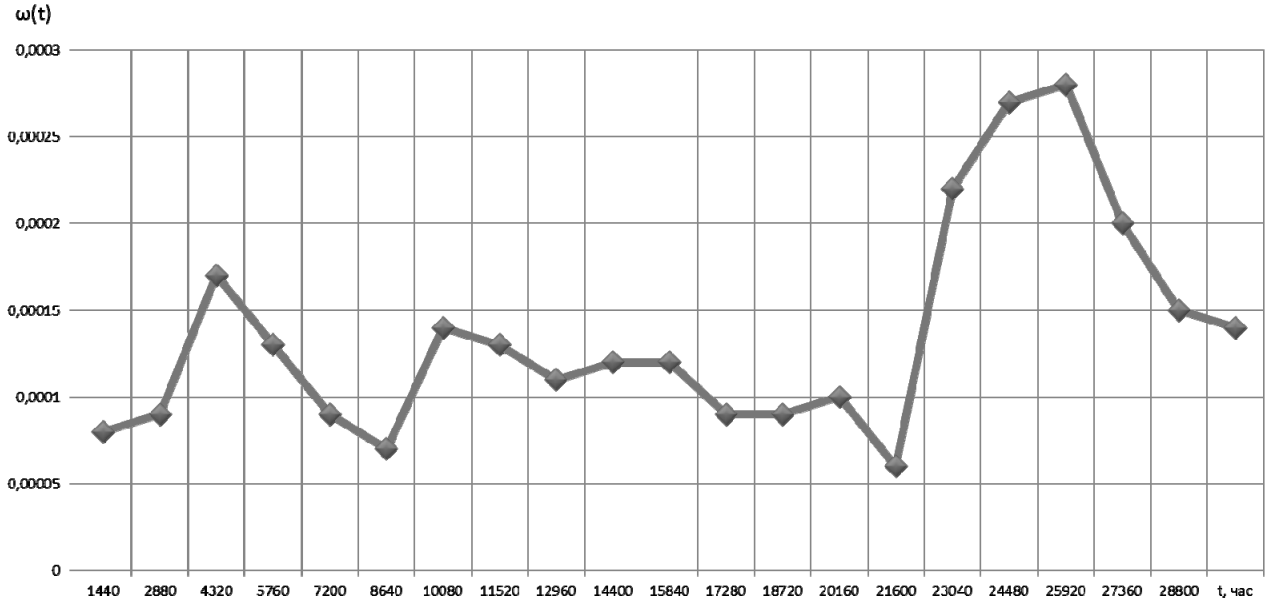


Рис. 4. Вид изменения параметра потока отказов на основе статистических данных

Параметр потока отказов $\omega(t)$ используют в качестве показателя безотказности восстанавливаемых объектов, эксплуатация которых может быть описана следующим образом: в начальный момент времени объект начинает работу и работает до отказа; после отказа происходит восстановление работоспособности и объект вновь работает до отказа и т.д. При этом время восстановления не учитывается: принимается, что восстановление работоспособности происходит как бы мгновенно [3].

Наиболее критичными к отказам (76,5%) являются следующие виды оборудования:

- аппаратура телемеханики: 46,8% – неисправности;
- высокочастотная связь: 12,2% – неисправности, 17,5% – погодные условия.

Значительному числу отказов (15,5%) соответствуют неисправности:

- систем электропитания: 5,5%;
- широкополосных систем передачи: 5,3%;
- кабельных систем: 3%;
- радиорелейных линий связи: 1,7%.

На эти же виды оборудования приходится 1,7% отказов по погодным условиям, 0,6% – из-за пожаров и 0,6% – по вине сторонних организаций.

Действия персонала привели к возникновению 1,1% отказов. Около 4% составляют отказы, причины возникновения которых не установлены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Постановление Правительства РФ от 27 декабря 2004 г. №854 «Об утверждении Правил оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике» СЗ РФ от 27 декабря 2004 г. №52 (часть II) ст. 5518.
2. Клевков П.А. Структуры данных телекоммуникационного оборудования объектов энергетики Западной Сибири. // Информационные системы и технологии. 2011. №4. С. 78–82.
3. Острейковский В.А. Теория надежности: учеб. для вузов. 2-е изд. М.: Высш. шк., 2008. 463 с.

Когновицкий О.С., Владимиров С.С.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

РАСШИРЕННЫЙ МАЖОРИТАРНЫЙ МЕТОД ДЕКОДИРОВАНИЯ ДЕЦИМИРОВАННЫХ КОМБИНАЦИЙ ЭКВИДИСТАНТНОГО ЦИКЛИЧЕСКОГО КОДА

Как известно [2], эквидистантный циклический код (n,k) представляет собой множество последовательностей максимальной длины (М-последовательностей) с периодом $n = pk-1$, образованных примитивным характеристическим многочленом

$$P(x) = p_0 x^k + p_1 x^{k-1} + ... + p_{k-1}x + p_k; \quad p_i \in GF(p), \quad i = 0,1, \quad k. \text{ (1)}$$

Каждая из комбинаций эквидистантного циклического кода представляет собой в общем виде последовательность максимальной длины

$$\{s\} = (s_0, s_1, s_2, s_3, ...s_{p^k-3}, s_{p^k-3}); \quad s_i \in GF(p), \text{ (2)}$$

отличающуюся от других фазовым сдвигом или, по другому, начальными элементами $(s_0, s_1, ...s_{k-1})$ последовательности $\{s\}$, которые могут быть исходными информационными элементами систематического кода (n,k).

Последовательности максимальной длины находят широкое применение в телекоммуникациях и в телеметрии, в частности, в качестве комбинаций циклового фазирования, для рандомизации цифровых потоков, в системах измерения дальности и в навигации, в помехоустойчивом кодировании, а также в качестве адресных последовательностей. Многообразие задач, решаемых с использованием псевдослучайных последовательностей, делает весьма актуальной задачу выбора метода обработки таких последовательностей.

Эффективным методом декодирования комбинаций эквидистантного кода, как показано в [1], является метод, основанный на применении двойственного базиса. При этом комбинации кода представляются линейными рекуррентными последовательностями (2) с характеристическим многочленом $P(x)$ в форме (1). В этом случае каждая такая последовательность будет удовлетворять следующему рекуррентному уравнению:

$$S_i = \frac{P_1}{P_0} S_{i-1} + \frac{P_2}{P_0} S_{i-2} + ... + \frac{P_k}{P_0} S_{i-k}, \quad \text{mod } p. \text{ (3)}$$

Если корнями многочлена $P(x)$ будут сопряженные элементы поля $GF(p^k)$ $\varepsilon, \varepsilon^p, ..., \varepsilon^{p^{k-1}}$, то произвольный элемент s_i последовательности $\{s\}$ определяется через функцию-след как

$$s_i = T(c\varepsilon^i) = \sum_{j=1}^{k} (c\varepsilon^i)^{p^{j-1}}. \text{ (4)}$$

Элемент $c \in GF(p^k)$ в [1] рассматривается как информационный элемент несистематического эквидистантного циклического кода (n,k). Задачей мажоритарного декодирования является определение информационного элемента *c* в результате обработки на основе двойственного базиса принимаемой последовательности $\{s\}$, в общем случае с ошибками. Мажоритарность декодирования обеспечивается благодаря тому, что искомый элемент *c* находится по произвольному k -элементному участку $(s_i, s_{i+1,...,} s_{i+k-1})$ последовательности $\{s\}$ в соответствии с выражением:

$$c_i = \varepsilon^i \sum_{j=1}^{k} \alpha_j s_{i+J-1}, \text{ (5)}$$

где α_j – коэффициенты двойственного базиса. Указанные коэффициенты зависят от вида характеристического многочлена $P(x)$ и вычисляются по формуле [1]:

$$\alpha_j = \frac{\sum_{l=0}^{m=k-j} P_{m-l}\varepsilon^{-l}}{P`(\varepsilon)}, \text{ (6)}$$

где p_x – коэффициенты характеристического многочлена (1).

Корректирующие способности эквидистантного кода могут быть существенно увеличены [1] за счёт декодирования децимированных последовательностей $\{v\}_q$, полученных из последовательности

$\{s\}$ путем децимаций с индексами $q = p^i, i = 0,1,..., k-1,$ т.е. с индексами, принадлежа-щими одному циклотомическому классу $\{1, p, p^2,..., p^{k-1}\}$.

В докладе рассматривается возможность расширенного мажоритарного декодирования децимированных комбинаций эквидистантного кода на основе двойственного базиса для случая, когда индексы децимаций не будут принадлежать одному лишь циклотомическому классу $\{1, p, p^2,..., p^{k-1}\}$.

Свойства децимированных последовательностей $\{v\}_q$ с различными индексами децимаций, в том числе из разных циклотомических классов, позволяют [3] применить для их обработки двойственный базис и тем самым усилить корректирующие свойства мажоритарного декодирования комбинаций эквидистантного кода (n, k).

Следует также учесть, что для мажоритарного декодирования децимированных последовательностей с разными характеристическими многочленами необходимо определять соответствующие коэффициенты двойственного базиса.

В докладе рассмотрено расширенное мажоритарное декодирование с учетом децимаций на примере эквидистантного двоичного кода (31,5) над полем $GF(2^5)$. В качестве характеристических многочленов 5-ой степени выбраны:

- примитивный многочлен $P_1(x) = x^5 + x^3 + 1$ с корнями $\varepsilon, \varepsilon^2, \varepsilon^4, \varepsilon^8$ и ε^{16};
- второй примитивный многочлен $P_2(x) = x^5 + x^3 + x^2 + x + 1$ с корнями $\varepsilon^3, \varepsilon^6, \varepsilon^{12}, \varepsilon^{24} \varepsilon^3$ и ε^{17};
- третий примитивный многочлен $P_3(x) = x^5 + x^4 + x^3 + x + 1$ с корнями $\varepsilon^5, \varepsilon^{10}, \varepsilon^{20}, \varepsilon^9$ и ε^{18}.

Таким образом, индексы децимаций будут соответствовать следующим трем циклотомическим классам: $\{1,2,4,8,16\}$, $\{3,6,12,24,17\}$ и $\{5,10,20,9,18\}$.

Для оценки влияния децимаций на корректирующие способности эквидистантного кода (31,5) было проведено моделирование мажоритарного декодирования на основе двойственного базиса с учетом децимаций. Для реализации процедуры декодирования для многочленов $P_1(x), P_2(x)$ и $P_3(x)$ по формуле (6) были определены коэффициенты двойственного базиса, представленные в таблице 1, где ε, μ, σ — первообразные корни соответственно для указанных выше многочленов.

Таблица 1

Многочлен	**Коэффициенты двойственного базиса**				
$P_1(x)$	$\alpha_1 = 1$	$\alpha_2 = \varepsilon^{30}$	$\alpha_3 = \varepsilon^{29}$	$\alpha_4 = \varepsilon^2$	$\alpha_5 = \varepsilon$
$P_2(x)$	$\beta_1 = \mu^7$	$\beta_2 = \mu^{18}$	$\beta_3 = \mu$	$\beta_4 = \mu^9$	$\beta_5 = \mu^8$
$P_3(x)$	$\gamma_1 = \sigma^{10}$	$\gamma_2 = \sigma^{22}$	$\gamma_3 = \sigma^{21}$	$\gamma_4 = \sigma^{24}$	$\gamma_5 = \sigma^{11}$

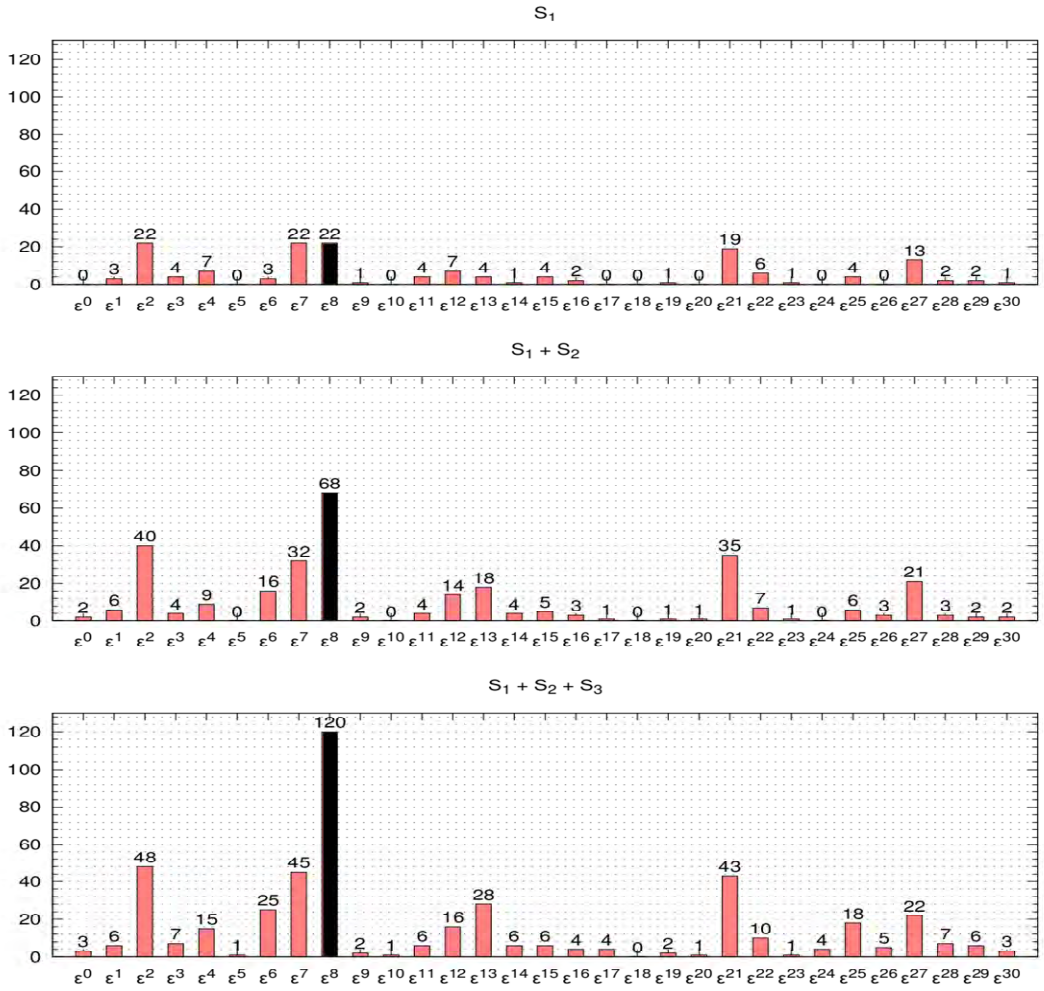
При этом, корням μ и σ в первичном поле $GF(2^5)$ соответствуют элементы $\mu = \varepsilon^3$ и $\sigma = \varepsilon^5$.

В работе показано, что любой безошибочный k-элементный участок $(k = 5)$ как принятой последовательности $\{s\}$, так и всех 14 децимированных последовательностей определяет исходный информационный элемент $c = \varepsilon^4 \in GF(2^5)$ по $\bmod P_1(x)$. В результате сложения данных обработки всех 15 последовательностей определяется элемент, набравший наибольшее число «голосов». Т.е., реализуется расширенный мажоритарный метод декоди-рования комбинаций эквидистантного кода на основе двойственного базиса и децимаций.

В качестве примера в докладе приведены результаты обработки рассмотренным методом комбинации эквидистантного кода (31,5) содержащей 7-кратную ошибку.

На приведенном ниже рисунке на первой диаграмме (S_1) представлены результаты обработки последовательностей, полученных путем децимаций принятой последовательности с индексами 1,2,4,8 и 16, соответствующими многочлену $P_1(x)$. На второй диаграмме $(S_1 + S_2)$ представлены суммарные количественные значения элементов c, полученных в результате обработки k-элементных участков децимированных последовательностей с индексами децимаций, определяемых примитивными многочленами $P_1(x)$ и $P_2(x)$. Третья диаграмма $(S_1 + S_2 + S_3)$ соответствует суммарным количественным значениям элементов *c*, полученных в результате обработки k-элементных участков децимированных последовательностей с индексами децимаций, определяемых примитивными многочленами $P_1(x), P_2(x)$ и $P_3(x)$.

Анализ результатов позволяет сделать очевидный вывод, что обработка децимированных последовательностей с семикратной ошибкой с индексами децимаций, соответствующих только одному примитивному многочлену $P_1(x)$, не выявляет правильного информационного элемента (S_1). В то же время, обработка децимированных последовательностей с индексами децимаций, соответствующих двум примитивным многочленам $P_1(x)$ и $P_2(x)$, суммарно обеспечивает надежное выделение правильного информационного элемента $c = \varepsilon^8$ (68 значений). Еще с большим превышением суммарно выделяется правильный информационный элемент (120 значений) после обработки всех децимированных последовательностей $(S_1 + S_2 + S_3)$.



СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Когновицкий О.С. Двойственный базис и его применение в телекоммуникациях. – Издательство «Линк», Санкт-Петербург, 2009. 411с.
2. Кларк Дж., мл., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1987. – 391 с.
3. Сарвате Д.В., Персли М.Б. Взаимно-корреляционные свойства псевдослучайных и родственных последовательностей // ТИИЭР, т 68, №5. 1980. С. 59–90.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Большакова Л.В., Примакин А.И.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

В современных рыночных условиях процесс успешного функционирования и дальнейшего развития предприятия во многом зависит от выбора и совершенствования мер по обеспечению его экономической безопасности. Особое внимание к этой проблеме вызвано, прежде всего, наличием следующих внешних для хозяйствующего субъекта факторов:

- несовершенством законодательной базы, отсутствием законов, позволяющих в полном объеме противодействовать недобросовестной конкуренции;
- существованием предприятий, базирующихся на различных формах собственности;
- слабостью государственных структур, которые должны создавать нормальные условия для успешного развития бизнеса;
- криминализацией хозяйственной жизни;
- использованием криминальных структур для воздействия на конкурентов;
- активным участием представителей власти и управления в коммерческой деятельности;
- отсутствием в стране благоприятных условий для проведения научно-технических исследований;
- отсутствием подробной и объективной информации о субъектах предпринимательской деятельности и об их финансовом положении;
- отсутствием культуры ведения дел в предпринимательской среде.

Для обеспечения экономической безопасности предприятия должна быть создана его надежная система безопасности, в которой должны быть определены важнейшие стратегические направления обеспечения безопасности бизнеса, представлена четкая схема своевременного обнаружения и ликвидации возможных опасностей и угроз, приведены методы, позволяющие уменьшить хозяйственный риск. Однако, прежде чем вырабатывать оптимальную стратегию, составлять планы возможных действий по обеспечению безопасности, необходимо оценить ситуацию, в которой функционирует предприятие в настоящее время, рассмотреть прогноз возможного состояния при существующих условиях в будущем. Иначе говоря, необходимо дать оценку состояния экономической безопасности предприятия, а затем, в соответствии с полученной оценкой, переходить к усовершенствованию и изменению некоторых элементов системы безопасности, а, возможно, и к созданию новой системы экономической безопасности хозяйствующего субъекта.

Таким образом, исследование экономической безопасности предприятия является одной из самых важных задач его деятельности. Это исследование можно разделить на две большие проблемы. Первая – связана с ответом на вопрос: является ли уровень экономической безопасности субъекта достаточным для его успешной деятельности. Вторая проблема непосредственно зависит от первой и связана с дальнейшими действиями предприятия по изменению или усовершенствованию имеющейся системы экономической безопасности хозяйствующего субъекта. Предметом рассмотрения данной работы является первая проблема. Для ее решения, прежде всего, необходимо определиться с критерием, т.е. с признаком или суммой признаков, на основании которых можно сделать вывод – находится ли хозяйствующий субъект в экономической безопасности или нет. При этом критерий не должен ограничиваться просто констатацией факта о наличии или отсутствии экономической безопасности, а должен количественно оценивать ее уровень. Оценка уровня очевидно должна быть связана с основными показателями, которые используются в планировании, учете и анализе деятельности предприятия по различным направлениям.

Авторы данной статьи под экономической безопасностью предприятия будут понимать состояние защищенности жизненно-важных интересов хозяйствующего субъекта от внутренних и внешних угроз, которое формируется руководством и коллективом предприятия путем реализации мер инженерно-технического, экономического, организационного, правового, психологического и социального характера.

Наличие различных определений понятия экономической безопасности хозяйствующего субъекта привело к появлению различных подходов к количественной оценке ее уровня. Например, существует индикаторный подход [1], суть которого состоит в следующем. Выделяется определенное число показателей, которые характеризуют деятельность предприятия в различных функциональных

областях. Для каждого показателя указывается некоторое пороговое значение – индикатор. Оценка уровня экономической безопасности определяется по результатам сравнения фактического значения каждого показателя предприятия с пороговым значением этого показателя, т.е. индикатором. Индикаторный метод вначале был применен для оценки уровня экономической безопасности государства и лишь позже для оценки уровня экономической безопасности предприятия.

Для определения уровня экономической безопасности предприятия существует ресурсно-функциональный подход [2]. В основе этого подхода лежит оценка состояния использования корпоративных ресурсов по специальным критериям, при этом, чем эффективнее используются ресурсы, тем выше уровень экономической безопасности предприятия.

В работе [3] предложено использовать для оценки экономической безопасности предприятия подход, отражающий принципы и условия программно-целевого управления и развития. В соответствии с этим подходом оценка экономической безопасности предприятия основывается на интегрировании совокупности показателей, определяющих экономическую безопасность. При этом используется несколько уровней интеграции показателей и такие методы их анализа, как кластерный и многомерный анализ.

Авторы данной работы предлагают использовать комплексный подход, включающий элементы индикаторного, ресурсно-функционального и других существующих подходов, с применением математико-статистических методов. В результате использования основных понятий и критериев известных подходов будет построена общая модель оценки уровня экономической безопасности хозяйствующего субъекта.

Для построения модели авторы предлагают понятие экономической безопасности предприятия разделить на ряд составляющих, связанных с определенной областью функционирования предприятия, затем оценить уровень каждой составляющей отдельно по своим критериям с учетом возможных взаимосвязей между ними. И, наконец, после оценки уровня каждой составляющей, сделать общий вывод о том, каково настоящее и возможное в будущем состояние экономической безопасности хозяйствующего субъекта в целом.

Процесс построения общей модели оценки уровня экономической безопасности хозяйствующего субъекта состоит из следующих этапов:

1. Выделение основных составляющих экономической безопасности предприятия.
2. Исследование состояния каждой составляющей экономической безопасности.
3. Получение общего вывода об уровне экономической безопасности предприятия.

Первый этап. Выделение основных составляющих экономической безопасности предприятия.

Авторы статьи придерживаются того мнения, что экономическая безопасность хозяйствующего субъекта может быть оценена по уровню развития следующих наиболее общих составляющих экономической безопасности предприятия: технико-технологическая безопасность (T); финансовая безопасность (F); ресурсная безопасность (R); интеллектуально-кадровая безопасность (K); информационная безопасность (I); социальная безопасность (C); политико-правовая безопасность (P); экологическая безопасность (E); силовая безопасность (S).

Каждая из этих составляющих может иметь разную значимость для различных хозяйствующих субъектов. Более того, для ряда предприятий некоторые составляющие настолько мало влияют на экономическую безопасность всего предприятия, что их можно не учитывать. Таким образом, задача первого этапа состоит в том, чтобы для исследуемого хозяйствующего субъекта определить те составляющие, которые имеют большое значение для успешного функционирования субъекта, для его экономической безопасности. Этот отбор может быть произведен, например, с помощью метода экспертных оценок [4]. Для этого необходимо подобрать компетентных экспертов-специалистов и провести среди них процедуру экспертного оценивания степени влияния составляющих на экономическую безопасность данного предприятия. После обобщения и анализа результатов экспертного оценивания должны быть получены следующие результаты:

– выбраны конкретные составляющие экономической безопасности;

– получены для каждой составляющей весовые коэффициенты, показывающие значимость (важность) данной составляющей для экономической безопасности предприятия в целом.

Формализуем математически задачу первого этапа. Обозначим буквой U с соответствующим индексом неизвестную оценку уровня составляющей:

U_T – оценка уровня технико-технологической составляющей;

U_F – оценка уровня финансовой составляющей;

U_R – оценка уровня ресурсной составляющей;

U_K – оценка уровня интеллектуально-кадровой составляющей;

U_I – оценка уровня информационной составляющей;

U_C – оценка уровня социальной составляющей;

U_P – оценка уровня политико-правовой составляющей;

U_E – оценка уровня экологической составляющей;

U_S – оценка уровня силовой составляющей.

Для каждой из составляющих в результате анализа и обработки экспертной информации будет получен свой весовой коэффициент, характеризующий степень важности или степень влияния соответствующей составляющей на экономическую безопасность предприятия. Обозначим буквой v с теми же индексами весовые коэффициенты для составляющих экономической безопасности. Необходимо помнить, что весовые коэффициенты должны быть неотрицательными величинами и их сумма должна быть равна 1:

$$v_T + v_F + v_R + v_K + v_I + v_C + v_P + v_E + v_S = 1. \quad (1)$$

Если весовой коэффициент какой-либо составляющей равен нулю, это означает, что, по мнению экспертов, соответствующая составляющая не оказывает влияния на экономическую безопасность данного предприятия.

Общая оценка уровня экономической безопасности предприятия (OU) может быть представлена суммой:

$$OU = v_T U_T + v_F U_F + v_R U_R + v_K U_K + v_I U_I + v_C U_C + v_P U_P + v_E U_E + v_S U_S. \quad (2)$$

После того, как составляющие отобраны, переходят к исследованию состояния каждой составляющей, т.е. ко второму этапу.

На втором этапе для каждой составляющей экономической безопасности предприятия должны быть решены следующие задачи:

– выявление основных параметров и факторов, влияющих на уровень составляющей экономической безопасности предприятия;

– выбор критерия (или пороговых значений) для оценки уровня составляющей экономической безопасности предприятия по каждому фактору;

– получение оценки уровня составляющей экономической безопасности предприятия.

Каждая из рассмотренных выше составляющих может быть оценена с помощью ряда количественных и качественных факторов (показателей, параметров). При этом влияние этих факторов на оценку уровня составляющей не равнозначно. Выбор факторов и получение степени важности (весового коэффициента) каждого фактора может быть произведено, как и в случае выбора основных составляющих экономической безопасности, с помощью метода экспертных оценок [4].

После получения совокупности основных факторов, которые, по мнению экспертов, оказывают наиболее значимое влияние на составляющую, необходимо проверить являются ли некоторые из отобранных факторов коррелированными друг с другом. Такую проверку можно провести методом корреляционного анализа.

После того, как сформирована совокупность главных факторов, переходят к оценке уровня составляющей экономической безопасности зависимой от этих факторов. Результатом решения такой задачи является оценка каждого из факторов, например, по пятибалльной системе. Если фактор получает значение равное единице, то его значение либо слишком далеко от порогового, либо значительно ниже значений этого же фактора других, родственных предприятий. Чем ближе значение фактора к пороговому, тем выше его оценка. Максимальная оценка фактора равна пяти.

Формализуем математически задачу второго этапа. Обозначим через Y произвольную составляющую экономической безопасности. Величина Y может определять одну из девяти рассмотренных на первом этапе составляющих, т.е. $Y \subset \{T, F, R, K, I, C, P, E, S\}$. Индексы, соответствующие этим составляющим будем обозначать теми же, но маленькими буквами. Таким образом, $y \subset \{t, f, r, k, i, c, p, e, s\}$.

Проведем исследование произвольной составляющей Y. Предположим, что после проведения процедуры экспертного оценивания и анализа ее результатов, выделены основные факторы, которые, по мнению экспертов, наиболее значимы для оценки уровня этой составляющей. Предположим также, что найденные парные коэффициенты корреляции показывают, что некоторые из основных факторов коррелированны друг с другом. С помощью методов факторного анализа преобразуем набор основных коррелированных факторов в набор из меньшего числа некоррелированных факторов, которые, как указывалось выше, называем главными.

Обозначим главные факторы через $x_{1^y}, x_{2^y}, ..., x_{ny^y}$, а весовые коэффициенты главных факторов через $w_{1^y}, w_{2^y}, ..., w_{ny^y}$, где n_y – это число главных факторов. Определим для каждого главного фактора оценку по описанной выше пятибалльной системе, получим следующие оценки:

$z_{1^y}, z_{2^y}, ..., z_{ny^y}$. Тогда оценка уровня соответствующей составляющей экономической безопасности Y может быть получена по следующей формуле:

$$U_y = (w_1 z_{1^y} + w_2 z_{2^y} + ... + w_n z_{ny^y}) In_y \text{ . (3)}$$

Очевидно, что максимально возможное значение этой оценки равно пяти. Получение такого результата для конкретного предприятия практически невозможно, так как в этом случае, каждый из главных факторов должен получить наивысшую оценку – пять баллов. Последнее может означать, например, что все значения главных факторов совпадают со своими пороговыми значениями.

Оценку U_y уровня соответствующей составляющей экономической безопасности можно определить как статистическую. Статистическая оценка уровня характеризует соответствующую деятельность предприятия на текущий момент времени. Динамическая оценка характеризует возможное состояние уровня экономической безопасности на предприятии в перспективе, при этом учитываются прогнозируемые изменения различных факторов в зависимости от корректно обоснованных вероятностных предсказаний. Динамическая оценка может быть найдена с использованием статистических методов прогнозирования по уравнению регрессии, определяющему зависимость оценки уровня экономической безопасности от главных факторов:

$$U_y = U_y(x_{1^y}, x_{2^y}, ..., x_{ny^y}).$$

После того как найдены оценки уровней всех составляющих экономической безопасности предприятия можно перейти к нахождению общей оценки (третий этап).

Для получения общего вывода о состоянии уровня экономической безопасности хозяйствующего субъекта необходимо определить шкалу, по которой будет произведена оценка состояния экономической безопасности предприятия. Например, можно считать, что показатель экономической безопасности может иметь один из следующих пяти уровней: критический, опасный, тревожный, стабильный, высокий.

Опасный и особенно критический уровень говорит о том, что требуется срочное принятие мер по повышению уровня экономической безопасности предприятия.

Тревожный уровень призывает обратить внимание и в самом ближайшем будущем, возможно, пересмотреть какие-то решения, связанные с экономической безопасностью хозяйствующего субъекта.

Стабильный уровень говорит о том, что состояние экономической безопасности предприятия достаточно хорошее, однако, в будущем следует предусмотреть возможности для повышения уровня этого состояния.

Высокий уровень позволяет сделать вывод о том, что предприятие обладает достаточной степенью экономической безопасности.

Для большей строгости и определенности будем считать, что минимальное значение уровня равно нолю, а максимальное – пять. Тогда оценка уровня экономической безопасности должна быть нормирована таким образом, чтобы все ее возможные значения находились в интервале от ноля до пяти. Оценка OU, найденная по формуле (2) с учетом равенства (1) полностью удовлетворяет этой нормировке.

Предельные случаи, которые, скорее всего, практически невозможны, означают следующее. Если $OU = 0$, то уровни U_y всех составляющих экономической безопасности данного хозяйствующего субъекта, найденные по формуле (3), являются критическими, т.е. существование данного предприятия невозможно. Если $OU = 5$, то уровни всех составляющих экономической безопасности данного хозяйствующего субъекта являются высокими, т.е. экономическая безопасность данного предприятия находится в идеальном состоянии.

Предложенный подход для оценки уровня экономической безопасности хозяйствующего субъекта может быть дополнен или изменен в соответствии со спецификой рассматриваемого предприятия. Изменения, в частности, могут касаться пятибалльной системы или предложенной градации оценки. Кроме этого, при исследовании некоторых составляющих экономической безопасности, особенно при решении вопросов, связанных с нахождением прогнозных значений факторов, могут использоваться методы прогнозирования с помощью временных рядов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тамбовцев В.Л. Экономическая безопасность хозяйственных систем: структура проблемы // Вестник Московского гос. ун-та. Сер. 6 «Экономика».. №3, 1995.
2. Основы экономической безопасности (государство, регион, предприятие, личность) / Под ред. Е.А. Олейникова. – М.: ЗАО «Бизнес-школа «Интел-Синтез», 1997.
3. Забродский В., Капустин Н. Теоретические основы оценки экономической безопасности отрасли и фирмы // Бизнес Информ.– 1999. №15–16. С. 35–37.
4. Примакин А.И., Большакова Л.В. Метод экспертных оценок в решении задач обеспечения экономической безопасности хозяйствующего субъекта. .// Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России, №1, 2012. – С. 191–200.

Букейханов П.Е.
Россия, Москва, Управление оперативно-разыскной информации МВД России

БЕЗОПАСНОСТЬ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРАТИВНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ОПЕРАТИВНО-РОЗЫСКНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ

В последнее время одной из наиболее актуальных проблем в сфере информационной составляющей функционирования органов внутренних дел МВД России в интересах обеспечения безопасности, прав и свобод граждан Российской Федерации является создание единой системы информационно-аналитического сопровождения оперативно-служебной и оперативно-розыскной деятельности. Данное направление привлекает к себе особое внимание в связи с прошедшим в 2011 году сокращением штатной численности ряда ведущих служб и подразделений органов внутренних дел и необходимостью компенсировать уменьшение количества сотрудников качественной интенсификацией работы. Как предполагается, повсеместное внедрение информационных технологий в деятельность органов внутренних дел Российской Федерации позволит в условиях сокращения штата сотрудников обеспечить повышение эффективности их деятельности. Это, с одной стороны, автоматизация выполнения рутинных процедур, а также отдельных этапов и элементов в процессе служебной деятельности, что позволяет добиться эквивалентной замены человеческого труда результатами эксплуатации аппаратно-программных комплексов. С другой стороны, – внедрение методов аналитической обработки информации с использованием современных программно-технических средств, что повышает качество управленческих решений во всех звеньях системы органов внутренних дел за счет их обеспечения новой, более ценной аналитической информацией. Учитывая значимость последнего направления, одна из главных целей создания единой системы информационно-аналитического обеспечения оперативно-розыскной деятельности заключается именно в повышении ценности информации за счет внедрения информационных технологий аналитической обработки накапливаемых сведений оперативно-розыскного характера.

Основными направлениями применения информационных технологий анализа информации в оперативных службах и подразделениях органов внутренних дел МВД России в настоящее время, во-первых, является обеспечение решения управленческих задач, а во-вторых, собственно оперативных задач, результаты выполнения которых и выступают главными показателями и критериями оценки деятельности указанных служб и подразделений [1].

В части управленческого анализа, информационные технологии представляют собой, по преимуществу, средства автоматизации рутинных процедур по организации планирования и контроля служебной деятельности, подготовке стандартных форм отчетности, статистической обработке отчетных данных, графическому или иному визуальному представлению такого рода информации. Этот анализ вторичен по отношению к основным задачам, выполняемым службами и подразделениями, поскольку его результаты непосредственно не относятся к решениям в сфере планирования и проведения оперативно-розыскных мероприятий и реализации оперативных методов.

С другой стороны, аналитическое обеспечение решения оперативных задач связано с применением общих и специальных методов анализа информации в оперативных интересах. Такое обеспечение требует, во-первых, создания системы, включающей сбор, предварительную обработку (систематизация, структуризация или индексация, актуализация, восполнение недостающих данных), хранение, поиск и выдачу информации (система информационного обеспечения). Во-вторых, должна быть методическая основа анализа, то есть оригинальные или адаптированные методики и методы аналитической обработки данных, прошедшие апробацию и позволяющие получать новую достоверную информацию, реализация которой увеличивает результативность оперативной работы. Сбор информации в совокупности с ее аналитической обработкой определенными методами, подобранными для решения той или иной оперативной задачи, образуют систему аналитических технологий. В-третьих, необходима автоматизация применения этих аналитических технологий, то есть программно-технические средства, реализующие процедуры по сбору и анализу получаемой информации, а также выдачу и представление результатов – система аналитических информационных технологий.

Как видно, для качественного аналитического обеспечения решения оперативных задач действительно требуется единая система информационно-аналитического обеспечения оперативно-розыскной деятельности, поскольку без нее реализация аналитических информационных технологий осуществляется на практике на «кустарном» уровне, исходя из местной специфики, без учета имеющихся технических возможностей и научного подхода к поиску аналитического пути решения практических проблем и вопросов.

Вместе с тем, распространенный в последнее время принципиальный подход к созданию единых систем информационно-аналитического обеспечения обычно предполагает интеграцию (объединение) разрозненных информационных систем и технологий, автоматизирующих отдельные направления оперативно-служебной деятельности. Такой подход предусматривает создание одного или нескольких центров обработки данных, которые сосредотачивают основной объем ведомственной информации и становятся «монополистами» в части информационного и аналитического обеспечения, а все остальные

остаются пользователями такой системы [2]. Накопленный практический опыт показывает, что при этом не принимается во внимание необходимость решения отдельных оперативно-служебных задач тех или иных служб и подразделений, поэтому остается неполным выбор критериев отбора сведений, что, в свою очередь, ограничивает перечень объектов учета и их информационных признаков (пространство учета).

В связи с этим, вопросы создания в рамках единой системы информационно-аналитического обеспечения деятельности МВД России и типового программного обеспечения федерального, окружного, регионального и муниципального уровней, требуют общего решения по поводу архитектуры системы и тех задач, которые будут решать ее подсистемы на разных уровнях. Причем, информационные и аналитические задачи различны по своей природе, так как аналитическое обеспечение требует использования специальных методов анализа, позволяющих получать новые сведения, то есть преобразовывать и повышать качество уже собранной и хранящейся в системе информации.

По нашему мнению, концептуальная модель построения единой системы информационно-аналитического обеспечения оперативно-розыскной деятельности органов внутренних дел должна строиться на основе совокупности типовых задач, которые были, остаются и будут актуальными для оперативных служб и подразделений в течение продолжительного времени.

С теоретической точки зрения, деятельность по решению совокупности таких типовых задач представляет отдельное направление собственно оперативно-розыскной деятельности, которую следует терминологически обозначить как аналитическую разведку. Поскольку целевое назначение предопределяет повышение ценности информации, то простое накопление всех возможных сведений представляет экстенсивный подход к информационному обеспечению оперативно-розыскной деятельности. Принимая во внимание объемы накапливаемых сведений, интенсифицированный подход заключается во внедрении определенных криминологических моделей, представляющих базу для автоматизированной реализации аналитических методов решения типовых, то есть наиболее распространенных и значимых оперативных задач. При этом предпочтительнее выделить какие-то типовые оперативные цели и задачи, требующие систематического установления связей между объектами, информация о которых поступает в систему информационного обеспечения органов внутренних дел. Именно такое направление информационно-аналитической деятельности можно назвать аналитической разведкой, чтобы отличить его от собственно информационного обеспечения или аналитической работы в интересах организации управления в органах внутренних дел.

По содержанию аналитическая разведка является особым средством добывания оперативно-значимой информации аналитическим путем, причем, исключительно в интересах решения оперативных задач, то есть в интересах реализации основных функций оперативных служб и подразделений. С точки зрения организации, аналитическая разведка представляет собой стандартизованный информационно-технологический процесс аналитического решения типовых оперативных задач, то есть систему аналитических информационных технологий, реализуемых с использованием программно-технических средств и средств автоматизации.

В качестве основных направлений применения аналитической разведки и системы аналитических информационных технологий в оперативно-розыскной деятельности можно привести следующие примеры типовых стратегических и тактических оперативных задач (в зависимости от уровня работы), которые решаются аналитическим путем.

Стратегические типовые оперативные задачи:

1. Проблемный анализ оперативной обстановки по виду преступлений или специфической преступной деятельности.
2. Операциональный анализ.

Тактические типовые оперативные задачи:

1. Изучение связей: а) выявление связей; б) характеристика связей; в) оценка связей по их отношению к конкретным фактам преступной деятельности.
2. Определение серийности: а) определение серийных преступлений, совершенных неизвестными лицами; б) определение серийных преступлений, совершенных известными лицами.
3. Прогнозирование поисковых признаков неизвестного преступника.
4. Локализация места наиболее вероятного нахождения, зоны поиска или района притяжения лица, группы лиц: а) лиц, без вести пропавших; б) лиц, скрывающихся от органов дознания, следствия и суда; в) лиц, совершивших преступления (неизвестных преступников).
5. Оценка приоритетности оперативно-розыскных версий.
6. Оперативно-аналитическая идентификация.
7. Установление хроноритмичности или синхронизма событий криминального характера.

Как следует из одного только перечня перечисленных задач, создание системы аналитических информационных технологий в рамках единой системы информационно-аналитического обеспечения органов внутренних дел МВД России представляет сложный, трудоемкий и ресурсоемкий этапный процесс. Поэтому правомерен вопрос, насколько вообще целесообразно применение таких технологий в оперативно-розыскной деятельности.

В настоящее время технологии добывания, обработки и анализа информации в органах внутренних дел входят в информационное и информационно-аналитическое обеспечение оперативно-служебной и

оперативно-розыскной деятельности оперативных служб и подразделений, организация и осуществление которых регламентированы приказами МВД России. Соответственно, одним из основных проблемных вопросов является определение того, в какой степени действующая система информационного и информационно-аналитического обеспечения отвечает задачам организации оперативно-розыскной деятельности.

С точки зрения системного подхода, каждый элемент системы, в том числе и системы органов внутренних дел МВД России, должен вносить свой вклад в решение главной системной задачи, в данном случае, – задачи борьбы с преступностью. При отсутствии общей заинтересованности в результатах функционирования системы и невозможности количественно оценить вклад каждого элемента в решение ее главной задачи, деятельность отдельных элементов, потребляющих общие ресурсы, может стать рассогласованной и даже войти в прямое противоречие друг с другом. Тем не менее, объективный критерий оценки вклада информационных и информационно-аналитических служб и подразделений в решение оперативно-розыскных задач пока отсутствует.

Следовательно, первым вопросом, требующим научного решения, является разработка объективного и универсального критерия оценки использования полученной информации, в том числе аналитических сведений, для решения оперативных задач. Именно наличие такого критерия является основой для дальнейшего развития методов и технологий добывания, обработки и анализа оперативной информации.

Вторая проблема – это отсутствие принципиальных различий между организацией и осуществлением информационного и информационно-аналитического обеспечения оперативно-розыскной деятельности в органах внутренних дел. Так, например, информационно-аналитический поиск, регламентированный в качестве одного из оперативно-аналитических мероприятий, в равной мере реализуется и в работе информационных центров при ответе на запросы с нечетко сформулированными критериями поиска интересующих объектов. Сотрудники соответствующих подразделений этих центров самостоятельно анализируют информацию при выборе поисковых критериев, позволяющих отыскать группу объектов, сходных по своим признакам с искомым, или даже идентифицировать искомый объект в информационном массиве или базе данных. Другое оперативно-аналитическое мероприятие, – оперативная идентификация по биометрическим признакам, также осуществляется экспертно-криминалистическими подразделениями с применением АСОПИ «Портрет-Поиск». Различие заключается лишь в том, что в экспертно-криминалистических подразделениях отсутствует оперативная информация, позволяющая дополнительно ограничить число («сузить круг») найденных объектов за счет того же информационно-аналитического поиска. В то же время такие оперативно-аналитические мероприятия, как оперативно-аналитическое исследование и оперативное прогнозирование, реализация которых собственно и представляет собой специальную функцию информационно-аналитических подразделений, пока еще детально не регламентированы. Поэтому их осуществление на практике отличается интуитивным подходом к выбору методов анализа, в качестве которых, в большинстве случаев, применяются общие формально-логические методы типа сравнения, аналогии, индукции и дедукции. Однако применение этих общих методов характерно для всех оперативных служб и подразделений и является неотъемлемой частью оперативно-розыскной деятельности вообще, то есть не может быть основанием выделять обычную интеллектуальную деятельность в качестве оперативно-аналитического мероприятия.

Сложившееся положение связано с тем, что те оперативные задачи, для решения которых оптимальным является применение аналитической обработки оперативной информации, до настоящего времени четко не определены и не конкретизированы с нормативно-правовой стороны. Именно максимально четкая постановка задачи детерминирует поиск методов ее решения, причем, не столько среди общих (формально-логических) методов анализа, которые в настоящее время преимущественно и применяются при осуществлении информационно-аналитического обеспечения оперативно-розыскной деятельности. Задачи, решаемые в рамках оперативно-аналитических исследований и оперативного прогнозирования, по нашему мнению, требуют применения специальных методов, прежде всего, математических методов анализа. При этом, поскольку любые аналитические методы позволяют получать исключительно вероятностные результаты, то поиск методов неразрывно связан с апробацией предлагаемых решений и моделей на базе эмпирических данных, то есть доказательством высокой вероятности результативности решения.

Примером здесь может служить указанная выше тактическая задача выявления и характеристики связей в криминальной среде. Хотя эту задачу можно конкретизировать до подзадач выявления и характеристики связей известного лица, неизвестного преступника и разрабатываемого фигуранта, ее конкретность и практическая значимость позволили предложить такие общие технологии решения, как АБД «Записная книжка» и некоторые другие программные продукты, использующие не только метод простого численного сравнения идентификационных признаков – телефонных номеров, но также и методы кластерного анализа, элементы теории графов.

Вместе с тем, применение специальных методов анализа связано с третьей проблемой организации информационно-аналитического обеспечения оперативно-розыскной деятельности. Это проблема подготовки специалистов-аналитиков, требующая разработки профиля такого специалиста.

Профиль специалиста включает перечень знаний, умений и навыков, необходимых для осуществления той или иной профессиональной деятельности. Однако деятельность аналитика априори не может быть четко определена и регламентирована кругом типовых задач. Поэтому последнее требует от аналитика самостоятельной разработки методов решения вновь возникающих задач, то есть совершенного владения широким кругом специальных методов анализа информации.

Четвертая проблема применения аналитических технологий в оперативно-розыскной деятельности, это организация взаимодействия оперативных и неоперативных служб и подразделений в части организации как сбора и анализа сведений, так и реализации полученных результатов. Например, с организационной стороны применение аналитических информационных технологий локализации зоны поиска пропавших без вести наиболее целесообразно на базе Бюро регистрации несчастных случаев, где, во-первых, концентрируется вся информация о событиях определенного характера на обслуживаемой территории (скоропостижная смерть неизвестных лиц, дорожно-транспортные происшествия с ними, доставление неизвестных больных с улицы в лечебные учреждения, выезды «Скорой помощи» и т.п.), а во-вторых, установлена оперативная связь с территориальными органами внутренних дел, медицинскими учреждениями, предприятиями транспорта. В-третьих, в бюро концентрируется вся информация о случаях безвестного отсутствия в регионе, которая, при дополнении ее оперативными данными, полученными при работе по розыску, а также данными о месте обнаружения пропавшего лица и его состоянии в момент обнаружения, является полным и постоянно актуализируемым банком оперативно-справочных и криминалистических данных, необходимых для разработки и апробации криминологической модели безвестного отсутствия. Причем, по мере поступления новых сведений такая модель может уточняться, то есть работа по розыску будет строиться в соответствии с принципом гибкого реагирования на изменения социальной среды.

Перечень проблем можно и продолжить, что показывает, насколько неоднозначным является вопрос о внедрении аналитических информационных технологий в оперативно-розыскную деятельность органов внутренних дел МВД России. Возможно, для его решения целесообразно использовать и такой зарубежный опыт, как отказ от использования аналитических информационных технологий в рамках собственной системы информационного обеспечения полиции, но формирование специальных аналитических направлений и групп на базе соглашений со сторонними вневедомственными организациями или учреждениями (так называемый «аутсорсинг»), либо по договору с отдельными специалистами-аналитиками, приглашенными на временной или постоянной основе для решения той или иной оперативной задачи.

В заключение, следует также отметить, что перечень приведенных типовых стратегических и тактических оперативных задач далеко не исчерпывающий и должен быть дополнен и расширен. Однако концептуальный подход к их использованию в качестве конструктивной основы при создании единой системы информационно-аналитического обеспечения оперативно-розыскной деятельности представляется вполне продуктивным, если допустить решение о целесообразности внедрения в эту систему аналитических информационных технологий. Такой подход позволяет конкретизировать виды источников информации, перечень субъектов информационного обмена, определение методов обработки собираемых сведений, формы представления результатов анализа. Все это вместе взятое, объединенное соответствующими программно-техническими средствами, и будет представлять систему аналитических информационных технологий аналитической разведки в оперативно-розыскной деятельности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационные технологии в органах внутренних дел. Под научной редакцией д.т.н, проф. А.С. Овчинского. – М.: Московский университет МВД России, 2010. – 346 с.
2. Кадулин В.Е., Сальников В.П. Проблемы правового регулирования и безопасность информационного пространства в современном мире. // Изд-во Академии управления МВД России. М: 2006. С. 6–8.

Гаценко О.Ю., Хахаев И.А.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-исследовательский институт программных средств», Региональный центр компетенции СПО

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И СВОБОДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

При использовании средств информационно-коммуникационых технологий в работе органов государственной власти (ОГВ) вопрос обеспечения информационной безопасности является одним из ключевых.

Информационную безопасность в данном случае можно рассматривать в широком смысле как обеспечение полного контроля государственного заказчика над используемыми средствами ИКТ, а также в узком смысле как соответствие требованиям руководящих документов Гостехкомисии и других регулирующих органов, прохождение средствами ИКТ соответствующей сертификации и аттестацию автоматизированных информационных систем.

В части, касающейся программного обеспечения (ПО), контроль государственного заказчика над используемым ПО достигается при выполнении следующих условий:

– возможность верификации функционала силами заказчика (или привлеченными экспертами);

– возможность аудита исходного кода силами заказчика (или привлеченными экспертами);

– возможность использования типовых верифицированных программных компонентов для построения решений.

Последнее обстоятельство также обеспечивает снижение расходов на разработку элементов АИС ОГВ, если такие типовые компоненты являются доступными для всех потенциальных разработчиков АИС, имеют стандартизованные интерфейсы и открытый исходный код, обеспечивающий возможности доработки при необходимости.

Данная модель заложена в основу формирования приоритетной технологической платформы «Национальная программная платформа» (ТП НПП), которая входит в список приоритетных технологических платформ, утвержденный решением правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям (Протокол №2 от 11 апреля 2011 года).

ТП НПП строится из двух групп программных компонентов:

– свободное программное обеспечение в части системных средств, утилит и прикладного ПО общего назначения, поддерживаемое отечественными разработчиками;

– несвободное (проприетарное) специализированное программное обеспечение отечественной разработки.

Взаимодействие программных компонентов обеспечивается за счет стандартизованных интерфейсов и форматов файлов.

При таком подходе крайне важным становится вопрос соответствия компонентов ТП НПП требованиям регуляторов для обеспечения заданного уровня защиты данных для АИС ОГВ.

Для свободного программного обеспечения в составе дистрибутивов или программно-аппаратных комплексов (маршрутизаторов, межсетевых экранов) сведения о соответствии требованиям регуляторов можно найти в Реестре сертифицированных средств защиты информации (URL:http://www.fstec.ru/_doc/reestr_sszi/_reestr_sszi.xls).

В таблице ниже приведены некоторые дистрибутивы СПО (Linux) и программно-аппаратные комплексы на базе Linux, а также некоторые антивирусные средства для Linux, включенные в Государственный реестр сертифицированных ФСТЭК средств защиты информации (ССЗИ).

Таблица

№ сертификата	Срок действия сертификата	Наименование средства (шифр)	Предназначение средства (область применения), краткая характеристика параметров / (оценка возможности использования в информационных системах персональных данных (ИСПДн))	Заявитель
1294/3	04.05.2014	Red Hat Enterprise Linux WS Version 4 Update 1+Audit Pack	Операционная система Red Hat Enterprise Linux WS Version 4 Update 1+Audit Pack- по 4 уровню контроля отсутствия НДВ, имеет оценочный уровень доверия ОУД 4 (усиленный компонентом ALC_FLR.3) соответствии с ОК	ООО «ИБМ Восточная Европа/Азия» ОАО «ВНИИНС имени В.В.Соломатина»
1797/1	05.04.2013	OpenReferent on DesktopUnited 1.0.6	Комплексное клиентское решение OpenReferent on DesktopUnited 1.0.6 в составе: Red Hat Enterprise Linux 5.2 Desktop; Lotus Notes 8.0.1 – 3Б, ОК(2ОУД), по 4 уровню контроля отсутствия НДВ(может использоваться при создании автоматизированных систем до класса защищенности 1Г включительно)	ЗАО «Профиль Защиты»
1798/1	05.04.2013	OpenReferent on ServerUnited 1.0.10	Комплексное серверное решение OpenReferent on ServerUnited 1.0.10 в составе: Red Hat Enterprise Linux 5.2 Server; Lotus Domino 8.0.1; OpenReferent 3.1.4 - 3Б, ОК(2ОУД), по 4 уровню контроля отсутствия НДВ(может использоваться при создании автоматизированных систем до класса защищенности 1Г включительно)	ЗАО «Профиль Защиты»
2289	01.03.2014	ЗАСТАВА-AL	Программный комплекс «Межсетевой экран «ЗАСТАВА-AL», версия 5.3, функционирующий в среде операционной системы ALT Linux – по 2 классу РД МЭ и по 3 уровню РД НДВ с ограничениями	ОАО «ЭЛВИС-ПЛЮС»
2323	21.04.2014	ПК ICLinux	Программный комплекс защиты от несанкционированного доступа информации, обрабатываемой с использованием технологии терминального доступа, «ПК ICLinux» – 4 уровень контроля РД НДВ (может использоваться при создании автоматизированных систем до класса защищенности 1Г включительно, а также для защиты ПДн до 1 класса включительно)	ОАО «АйСиЭл-КПО ВС»
2482	11.11.2014	Novell SUSE Linux Enterprise Server 10	Операционная система Novell SUSE Linux Enterprise Server 10 – на соответствие ТУ (может использоваться при создании автоматизированных систем до класса защищенности 1Г включительно и в ИСПДН до 2 класса)	Московский городской фонд обязательного медицинского страхования
2483	15.11.2014	Oracle Enterprise	Операционная система операционная система Oracle	Московский городской

№ сертификата	Срок действия сертификата	Наименование средства (шифр)	Предназначение средства (область применения), краткая характеристика параметров / (оценка возможности использования в информационных системах персональных данных (ИСПДн))	Заявитель
		Linux 5 Update 2	Enterprise Linux 5 Update 2 в редакции x86_64 – на соответствие ТУ (может использоваться при создании автоматизированных систем до класса защищенности 1Г включительно и в ИСПДН до 2 класса)	фонд обязательного медицинского страхования
2485	18.11.2014	Kaspersky Endpoint Security 8 для Linux	Изделие Kaspersky Endpoint Security 8 для Linux 643.46856491.00054 – на соответствие ТУ и 3 уровню РД НДВ (может использоваться в ИСПДН до 1 класса)	ЗАО «Лаборатория Касперского»
2534	27.12.2014	Антивирус Касперского 8.0 для Linux File Servers	Программное изделие «Антивирус Касперского 8.0 для Linux File Servers» 643.46856491.00049-01 – на соответствие ТУ и 3 уровню РД НДВ (может использоваться в ИСПДН до 1 класса)	ЗАО «Лаборатория Касперского»
2557	27.01.2015	Astra Linux Special Edition	Операционная система специального назначения «Astra Linux Special Edition» – на соответствие РД СВТ по 3 классу и РД НДВ по 2 уровню	ОАО «НПО Русские базовые информационные технологии»
2573	16.02.2015	VPN/FW «ЗАСТАВА» версия 5.3	Программный комплекс «VPN/FW «ЗАСТАВА», версия 5.3, функционирующий в среде операционной системы ALT Linux – по 2 классу РД МЭ и по 3 уровню РД НДВ	ОАО «ЭЛВИС-ПЛЮС»
2588	13.03.2015	Novell SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3	Операционная система Novell SUSE Linux Enterprise Server 10 SP3 – на соответствие ТУ (может использоваться при создании автоматизированных систем до класса защищенности 1Г включительно и в ИСПДН до 2 класса)	ЗАО «Инфосистемы Джет»
2317	18.04.2014	Альт Линукс СПТ 6.0	Операционная система «Альт Линукс СПТ 6.0» – по 4 классу РД СВТ и по 3 уровню отсутствия НДВ (может использоваться в АС класса 1Г и в ИСПДн до 1 класса включительно)	ООО «ЦРИОИТ »
2646	29.05.2015	ROSA 2011	Операционная система «ROSA 2011» – на соответствие РД СВТ – по 5 классу и РД НДВ – по 4 уровню (может использоваться в АС класса 1Г и в ИСПДн до 1 класса включительно)	ООО «ЦРИОИТ»

Нужно заметить, что в реестр ССЗИ входят комплексные решения, такие как OpenReferent. Кроме того, дистрибутив операционной системы (ОС) включает в себя не только системные программы и утилиты, но и широкий спектр приложений различного назначения (см. например http://www.altlinux.ru/products/altlinux-spt-fstec/ или http://www.astra-linux.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=45&Itemid=66).

Для специализированных прикладных систем, включаемых в банк компонентов ТП НПП, выдвигаются требования взаимодействия со свободными компонентами АИС, а также поддержка стандартных форматов документов (ГОСТ Р ИСО/МЭК 26300-2010. Информационная технология. Формат Open Document для офисных приложений (OpenDocument) v1.0). В ОГВ определяющей прикладной системой является система электронного документооборота (СЭД). На региональном уровне разработку СЭД, удовлетворяющую критериям ТП НПП, ведет ОАО «Центр компьютерных разработок» (СЭД «Кодекс: Документооборот», http://www.kodeksdoc.ru/).

Пока что не существует формализованных требований и регламентов включения программных компонентов в банк компонентов ТП НПП. Разработка таких требований и регламентов требует проведения НИР и НИОКР, которые на федеральном уровне обеспечиваются координатором технологической платформы ОАО «Концерн «Сириус».

На региональном уровне возможна опережающая разработка таких критериев и регламентов в рамках ИТ-кластера, и ОАО «НИИ программных средств» может подготовить проекты соответствующих региональных нормативных документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственный реестр сертифицированных средств защиты информации N РОСС RU.0001.01БИ00 URL:http://fstec.ru/component/content/article/153-deyatelnost/tekushchaya/tekhnicheskaya-zashchita-informatsii/sistema-sertifikatsii/591-gosudarstvennyj-reestr-sertifitsirovannykh-sredstv-zashchity-informatsii-n-ross-ru-0001-01bi00
2. Электронный ресурс: Альт Линукс СПТ 6.0 сертифицированный ФСТЭК http://www.altlinux.ru/products/altlinux-spt-fstec/
3. Электронный ресурс http://www.astra-linux.com/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=45&Itemid=66
4. Электронный ресурс: Лицензии и сертификаты компании «Доктор Веб» http://company.drweb.com/licenses_and_certificates/
5. Электронный ресурс: СКЗИ МагПро КриптоПакет URL:http://cryptocom.ru/products/cryptopacket.html
6. Электронный ресурс: Подписан сертификат совместимости Альт Линукс и Рутокен http://www.altlinux.ru/news/archive/2012/10/item/678

Демьянчук А.А., Березин А.Н., Молдовян Д.Н., Рыжков А.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ПРОТОКОЛЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ С НУЛЕВЫМ РАЗГЛАШЕНИЕМ СЕКРЕТА: ПРИЛОЖЕНИЯ, ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И НОВЫЕ РЕАЛИЗАЦИИ

Введение

Протоколы с нулевым разглашением относятся к двухключевым криптосистемам и реализуют процедуры строгой аутентификации удаленных абонентов телекоммуникационных систем, что определяет области их практического применения для обеспечения информационной безопасности современных информационных технологий. Кроме того, некоторые варианты протоколов такого типа могут быть использованы как базовый механизм построения алгоритмов электронной цифровой подписи (ЭЦП), а также для обоснования стойкости последних [1].

Можно выделить два вида протоколов, различающихся интерпретацией термина «нулевое разглашение секрета». В первом виде данный термин понимается в том смысле, что данные, статистически равноценные с данными, передаваемыми по открытому каналу в процессе выполнения протокола, могут быть выработаны потенциальным атакующим на основе использования открытого ключа (ОК), по которому выполняется процедура аутентификации. Во втором виде протоколов с нулевым разглашением секрета данные, формируемые аутентифицируемым пользователем (доказывающим) по его открытому ключу и направляемые проверяющему, известны последнему до момента их вычисления первым. На самом деле факт известности ОК означает наличие некоторой начальной утечки информации о личном секретном ключе (ЛСК) доказывающего, связанным с его ОК. Действительно по ОК, который является общедоступным, теоретически можно вычислить ЛСК, но на практике это вычислительно нереализуемо. Трудность вычисления ЛСК по ОК является верхней границей стойкости протокола. Важным является недопущение какой-либо дополнительной утечки информации о ЛСК в ходе выполнения протокола. Если это имеет место, то выполнение протокола не снижает его стойкости, т.е. отслеживание потенциальным атакующим процедуры выполнения протокола не упрощает ему задачи вычисления ЛСК по ОК.

Протоколы первого вида представляют собой процедуру многократного повторения типового трехшагового раунда, который описывается следующим образом:

1. Доказывающий генерирует разовый случайный секретный ключ, вычисляет по нему разовый открытый ключ (фиксатор) и направляет последний проверяющему.
2. Проверяющий генерирует запрос в виде случайного бита e и посылает его доказывающему.
3. В зависимости от значении полученного запроса доказывающий вычисляет ответ, который направляется им проверяющему.

Нарушитель, выдающий себя за доказывающего, обнаруживается в одном таком раунде с вероятностью 0,5. Увеличивая число раундов z в итеративном протоколе можно понизить вероятность обмана до сколь угодно низкой величины. Некоторые итеративные протоколы за счет использования z ОК, принадлежащих доказывающему, вместо одного ОК допускают параллельное выполнение всех z раундов, т.е. процедура аутентификации выполняется за три шага. Генерируемый проверяющим на втором шаге запрос представляет собой случайную z –битовую строку. Существенное уменьшение общего числа шагов является важным преимуществом для практического применения. Кроме того, трехшаговые протоколы могут быть преобразованы в протоколы электронной цифровой подписи (ЭЦП), для которых формальное доказательство стойкости опирается на их «вывод» из протоколов с нулевым разглашением.

Протоколы второго вида представляют собой процедуру, включающую следующие два шага:

1. Проверяющий генерирует случайный запрос E, затем, используя открытый ключ доказывающего, вычисляет значение ожидаемого ответа W.

2. Доказывающий проверяет корректность полученного запроса E в виде битовой строки достаточно большого размера (положительная проверка означает, что проверяющий уже знает значение правильного ответа), затем, если запрос корректен, он вычисляет ответ W', который направляется им проверяющему.

Если выполняется равенство $W' = W$, то проверяющий делает заключение о подлинности доказывающего. Достоинствами двухшаговых протоколов является сравнительно малый размер открытого ключа, малое число шагов и очевидность отсутствия утечки информации о секретном ключе в ходе выполнения протокола.

В настоящей работе предлагаются и рассматриваются новые реализации протоколов с нулевым разглашением секрета, в которых решаются задачи устранения необходимости использования процедуры вычисления хэш-функции в рамках протокола, уменьшения вычислительной сложности протокола и повышения безопасности.

1. Двухшаговый протокол на основе трудности задачи факторизации

В качестве ЛСК пользователи генерируют пары сильных простых чисел r и q размером 512 бит и более. Произведение этих простых чисел берется в качестве ОК $n=rq$. Протокол включает следующие два шага.

1. Проверяющий генерирует случайное χ-битовое число k и, используя метод последовательного возведения в квадрат, вычисляет значение $T = 2^{2^k} \bmod n$, после чего, используя некоторую специфицированную хэш-функцию F_H, вычисляет значение $H = F_H(T)$. Затем он передает доказывающему пару значений k и H в качестве своего запроса, на который он ожидает ответ доказывающего.

2. Доказывающий выполняет две последовательные операции возведения в степень, в результате чего за короткое время вычисляет значение $K = 2^k \bmod L(n)$, где $L(n)$ – обобщенная функция Эйлера от числа n, и $T' = 2^K \bmod n$. Вычисляет значение хэш-функции $H' = F_H(T')$. Если выполняется условие $H' = H$, то он сразу направляет проверяющему значение T' в качестве своего ответа на полученный запрос.

Проверяющий считает ответ правильным, если ответ получен в течение временного интервала, длительность которого не превышает некоторое пороговое значение Δ и $T' = T$. В этом случае делается вывод о подлинности доказывающего. Значение Δ выбирается достаточно малым. Оно определяется исходя из того, чтобы при выборе значений k размером от χ = 30 до χ = 36 бит время вычисления значения $T = 2^{2^k} \bmod n$ методом последовательного возведения в квадрат в 10 раз и более превышало величину Δ. Применение такого протокола на практике требует учета возможных вычислительных ресурсов у потенциального нарушителя. Если предполагается возможность применения нарушителем специализированных производительных ЭВМ (применение многопроцессорных ЭВМ не дает эффекта, так как процесс последовательного возведения в квадрат не может быть распараллелен без знания делителей модуля n), то проверяющему следует увеличить значение χ. Это означает, что ему потребуется потратить больше времени на вычисление значения T.

Выбираемая разрядность числа k определяется также и быстродействием канала связи, используемого в протоколе. Чем больше быстродействие канала, тем меньшее значение Δ может быть выбрано, т.е. тем меньшее значение χ быть задано. Последнее означает уменьшение вычислительной сложности первого шага протокола.

На практике, чаще один пользователь проверяет подлинность многих других, с которыми связывается. Поэтому, для каждого из проверяемых можно выбрать пороговое значение Δ_i или установить общее пороговое значение $\Delta_{общ}$, выбрав в качестве последнего максимальное значение $\max(\Delta_i)$ для всех проверяемых. В первом случае приходится индивидуально для каждого пользователя настраивать параметры протокола аутентификации, и в результате среднее время вычислений на первом шаге оказывается меньше. Во втором случае индивидуальная настройка параметров не потребуется, но время вычислений на первом шаге увеличится. Из-за использования технических параметров быстродействия каналов связи накладываются существенные ограничения на область применения протокола.

Данный протокол показывает принципиальную возможность построения двухпроходных протоколов с нулевым разглашением с существенным сокращением размера используемого открытого ключа (в десятки и сотни раз в зависимости от допустимого значения вероятности обмана). В следующих двух протоколах достигается устранение привязки к быстродействию канала. Демонстрируется принципиальная возможность создания протокола, для которого можно провести элементарное доказательство того, что при его выполнении не происходит утечки информации о секрете (доказывающий отправляет проверяющему значение, которое тот уже знает).

2. Двухшаговый протокол на основе схем согласования общего секрета

Протоколы данного типа работают следующим образом. Проверяющий генерирует разовый личный секретный ключ, вычисляет по нему разовый ОК U, соответствующий некоторой схеме открытого согласования общего секрета, вычисляет общее секретное значение Z, связанное с его разовым ОК U и ОК доказывающего. Затем передает значение U доказывающему вместе со значение хэш-функции, вычисленной от Z. Последний по полученному ОК U и своему личному секретному ключу вычисляет общий секретный ключ Z. Затем доказывающий вычисляет значение хэш-функции от Z, убеждается, что проверяющий действительно знает значение Z, после чего

направляет Z проверяющему. Если полученное и вычисленное значения общего секрета совпадают, то проверяющим делается вывод о подлинности доказывающего.

Рассмотрим конкретный вариант реализации с использованием схемы Диффи–Хеллмана [2], в которой системными параметрами являются большое простое число p и число α, имеющее большой порядок ω по модулю p. В качестве ЛСК пользователь использует случайное число $x < \omega$ и вычисляет ОК $y = \alpha^x \bmod p$. Число p выбирается таким, что оно имеет размер не менее 1024 бит, а число $p - 1$ содержит простой делитель q размером не менее 160 бит. Протокол с нулевым разглашением секрета включает следующие два шага:

3. Проверяющий генерирует случайное число k и вычисляет значение своего разового ОК $U = \alpha^k \bmod p$ и значение $Z = y^k \bmod p$, где y – открытый ключ доказывающего. Затем он вычисляет значение хэш-функции $H = F_H(Z)$ и направляет доказывающему значения U и H в качестве своего запроса, на который он ожидает ответ доказывающего.

4. Доказывающий вычисляет значения $Z' = U^x \bmod p$ и $H' = F_H(Z')$. Если выполняется условие $H' = H$, то он сразу направляет проверяющему значение Z' в качестве своего ответа на полученный запрос. Если $H' \neq H$, то доказывающий направляет ответ «Некорректный запрос».

Если проверяющий получил правильное значение Z', т.е. то значение, которое он вычислил до направления своего запроса доказывающему, то им делается вывод о подлинности доказывающего. Следующая модификация данного протокола свободна от вычисления значений хэш-функции. В ней используется значение α, имеющее по модулю p порядок $\omega = q$, и выполняются следующие шаги:

1. Проверяющий генерирует случайное число k и вычисляет значение своего разового ОК $U = \alpha^k \bmod p$ и значение $Z = y^k \bmod p$. После этого он передает доказывающему значение U в качестве своего запроса.

2. Доказывающий проверяет выполнимость условия $U^q \bmod p = 1$. Если оно выполняется, то он вычисляет значение $Z = U^x \bmod p$ и направляет Z проверяющему в качестве своего ответа на полученный запрос. Если $U^q \bmod p \neq 1$, то доказывающий направляет ответ «Некорректный запрос».

Проверка на втором шаге порядка числа U является принципиальным моментом. Если эта проверка не делается, то становится возможна атака со стороны проверяющего, результатом которой будет вычисление части или всего секретного ключа доказывающего. Действительно, это можно сделать, посылая в качестве запроса значения U, порядок которых содержит только небольшие простые делители числа $p-1$.

Возможны различные варианты реализации описанного протокола с использованием задачи дискретного логарифмирования в скрытой циклической подгруппе конечной некоммутативной группы [3,4] или на трудности задачи дискретного логарифмирования на ЭК [5]. В последнем случае при применении идеальных ЭК обеспечивается существенное уменьшение вычислительной сложности второго шага протокола – для проверки корректности запроса достаточно проверить то, что запрос представляет собой точку ЭК $U = (x_U, y_U)$. Для последнего достаточно вычислить значение $w = \left(x_C^3 + a x_C + b\right) \bmod p$ и индекс Лежандра $\lambda = (w / p)$. Если $\lambda = 1$, то запрос корректен, в противном случае нет.

Наиболее простая реализация протокола связана с использованием вычислений в поле двоичных многочленов $GF(2^s)$, порядок мультипликативной группы которых q равен простому числу вида $2^s - 1$ (числа Мерсенна). Числа такого вида являются простыми, только при определенных значениях s. Практический интерес для реализации протокола с нулевым разглашением представляет значение $s = 1279$. Неприводимым двоичным многочленом такой степени является трехчлен $\eta(x) = x^{1279} + x^{216} + 1$, который задает конечное поле двоичных многочленов $GF(2^{1279})$ с операцией умножения многочленов по модулю $\eta(x)$, которая имеет сравнительно низкую вычислительную сложность, что повышает быстродействие протокола, основанного на трудности задачи дискретного логарифмирования в поле $GF(2^{1279})$, в котором ОК формируется по формуле $y(x) = \left(\alpha(x)\right)^k \bmod \eta(x)$, где k – секретный ключ; $\alpha(x)$ – некоторый специфицированный многочлен. Протокол описывается следующими шагами:

1. Проверяющий генерирует случайное число t и вычисляет запрос в виде многочлена $u(x) = \left(\alpha(x)\right)^t \bmod \eta(x)$ и многочлен $z(x) = \left(y(x)\right)^t \bmod \eta(x)$, после чего передает доказывающему многочлен $u(x)$ в качестве своего запроса.

2. Доказывающий вычисляет многочлен $z'(x) = \left(u(x)\right)^k \bmod \eta(x)$ и направляет $z'(x)$ проверяющему в качестве ответа.

Если $z'(x) = z(x)$, то проверяющий делает вывод о подлинности доказывающего. В этом варианте протокола нет необходимости выполнять проверку корректности запроса, поскольку любая ненулевая битовая строка, интерпретируемая как элемент поля $GF(2^{1279})$, имеет порядок равный простому числу $2^{1279}-1$, т.е. никакие запросы со стороны проверяющего не позволяют получить из ответа доказывающего какой-либо информации о ЛСК последнего.

3. Протоколы на основе алгоритмов открытого шифрования

В известных протоколах данного вида на первом шаге проверяющий генерирует случайное сообщение вычисляет значение хэш-функции от сообщения, зашифровывает его на ОК доказывающего, и полученную криптограмму направляет в качестве запроса. Последний, используя свой личный секретный ключ, расшифровывает криптограмму, получая из нее исходное сообщение, и вычисляет хэш-код расшифрованного сообщения. Затем, если вычисленный хэш-код равен полученному значению хэш-функции, направляет расшифрованное сообщение проверяющему в качестве ответа на запрос. С целью упрощения протокола (устраняется использование хэш-функций) предлагается формировать на первом шаге сообщение, представляющее собой конкатенацию случайного значения и некоторой специфицированной метки достаточно большой длины.

Рассмотрим реализацию протокола на основе алгоритма открытого шифрования Рабина [6] с использованием 512-битовой метки μ, в качестве которой берется итерационная константа C_1 из стандарта ГОСТ Р 34.11–2012 (т.е. $\mu = C_1$). Пара сильных 512-битовых простых чисел r и q, таких, что $r \equiv 3 \bmod 4$ и $q \equiv 3 \bmod 4$, составляют ЛСК, а ОК является число $n = rq$. Протокол имеет следующий вид:

1. Проверяющий генерирует произвольное сообщение M размером $|M|$, удовлетворяющим условию $|n|/2 < |M| < |n| - |\mu|$, где $|x|$ обозначает битовую длину значения x, и зашифровывает сообщение M с присоединенной к нему меткой μ, т.е. значение $M \| \mu$, по формуле $C = (M \| \mu)^2 \bmod n$ и направляет доказывающему значение C в качестве своего запроса, на который он ожидает ответ доказывающего.

2. Доказывающий расшифровывает криптограмму C по своему ЛСК (r,q) путем вычисления четырех значений квадратного корня из C: M_1, M_2, M_3 и M_4. Каждое из последних значений он представляет в виде $M_i' \| \mu_i'$, где μ' – битовая строка, заданная младшими 512 битами i-го корня $(i = 1,2,3,4)$. Затем он проверяет, выполняется ли равенства $\mu_i' = \mu$ для одного из четырех значений i. Если выполняется, то соответствующее значение M_i' доказывающий направляет проверяющему в качестве своего ответа на полученный запрос. Если $\mu_i' = \mu$ для $i = 1,2,3,4$, то доказывающий отправляет ответ «Некорректный запрос».

Использование заранее специфицированной метки позволяет доказывающему идентифицировать исходное сообщение, благодаря чему он направляет проверяющему именно то значение, которое известно проверяющему. Использование специфицированной метки устраняет необходимость вычисления хэш-кода от случайного значения, генерируемого проверяющим. Аналогичный алгоритм может быть использован на основе алгоритмов открытого шифрования Эль-Гамаля [7], RSA [8].

4. Повышение безопасности протоколов с нулевым разглашением

Сложность факторизации числа $n = rq$, которое является произведением двух сильных простых чисел r и q большого размера, определяется размером меньшего из них, например $q < r$. Сложность нахождения дискретного логарифма по простому модулю p примерно равна сложности факторизации числа n, если $|p| = 2|q|$. Предположим, что выбрано $n = rq$ такое, что $|r| = 2|q|$. Тогда, сложность нахождения дискретного логарифма по составному модулю n, сложность

нахождения дискретного логарифма по простому модулю r, и сложность факторизации n являются значениями одного порядка. Поэтому, трудность взлома криптосистемы, основанной на ЗДЛ по составному модулю n, не изменится в случае открытия прорывного алгоритма для решения одной из рассматриваемых задач. Поскольку вероятность наступления последних двух событий достаточна мала, то вероятность взлома криптосхемы, основанной на трудности задачи дискретного логарифмирования по трудно разложимому модулю n указанного вида. За счет снижения вероятности взлома с использованием непредвиденных алгоритмов решения трудных задач обеспечивается повышение безопасности криптосхем. Задача дискретного логарифмирования по составному модулю определяется относительно некоторых известных чисел α, y и состоит в нахождении числа x, для которого выполняется следующее выражение

$y = \alpha^x \bmod n$.

Как показано в работах [9,10], значение α должно быть выбрано правильно для того, чтобы предотвратить использование специальных методов факторизации, связанных с использованием значения α. В частности возможно использование простых чисел r и q, таких, что, достаточно большое простое γ делит оба числа $p-1$ и $q-1$. В качестве параметра α берется число, имеющее порядок γ по модулю n. Значение γ не является секретным.

Двухшаговый протокол повышенной безопасности реализуется с использованием ОК в виде тройки чисел (n,α,y), где $n=rq$; $y = \alpha^x \bmod n$. Числа r, q и x составляют ЛСК. Протокол включает следующие шаги:

1. Проверяющий выбирает случайное значение $k < \gamma$ и вычисляет число $U = \alpha^k \bmod n$ и $Z = y^k \bmod n$, где y, n и α – элементы открытого ключа доказывающего, после чего передает последнему значение U в качестве своего запроса, на который он ожидает ответ.

2. Доказывающий проверяет выполнимость соотношения $U^\gamma \bmod n = 1$. Если это оно выполняется, то он вычисляет значение $Z' = U^x \bmod n$ и направляет Z' проверяющему в качестве своего ответа на полученный запрос. В противном случае направляется ответ «Некорректный запрос».

Если $Z' = Z$, то проверяющий делает вывод о подлинности доказывающего.

5. Протокол с нулевым разглашением на основе задачи распознавания элементов из заданной подгруппы

Трудность задачи распознавания элементов из заданной подгруппы может быть использована для построения протоколов аутентификации пользователей с нулевым разглашением секрета. Рассмотрим протокол, основанный на трудности задачи распознавания неединичных элементов, принадлежащих заданной циклической подгруппе. Пусть ОК является пара чисел (n,α), где n – трудно разложимое число, равное произведению двух простых чисел r и q, являющихся элементами секретного ключа; α – число порядка γ по модулю n. Значение γ является секретным числом, равным произведению двух простых чисел γ' и γ'': $\gamma = \gamma'\gamma''$, причем γ' делит $r-1$, но не делит $q-1$, а число γ'' делит $q-1$, но не делит $r-1$. При выполнении этих условий [10] факторизация числа n и вычисление γ являются вычислительно трудными задачами. Значение α задает циклическую подгруппу $\Gamma = \{\alpha, \alpha^2, ..., \alpha^i, ...\}$. Итеративный протокол, включающий z раундов, имеет следующий вид:

1. Проверяющий генерирует случайные значения $\alpha' < n$ и $k < \gamma$ и случайный бит $b \in \{0,1\}$. Если $b = 0$, то он направляет доказывающему значение $E = \alpha'$. Если $b = 1$, то он направляет доказывающему значение $E = \alpha^k \bmod n$.

2. Доказывающий дает ответ «E принадлежит Γ», если выполняется соотношение $E^k \bmod n = 1$, или «E не принадлежит Γ», если $E^k \bmod n \neq 1$.

Вероятность обмана в одном равна $1/2$, а в z раундах – 2^{-z} (вероятность того, что $\alpha' \in \Gamma$ пренебрежимо мала).

6. Протокол на основе факторизации элементов конечной некоммутативной группы по двум подгруппам простого порядка

Рассмотрим следующую задачу «факторизации» элементов конечной некоммутативной группы Γ по двум подгруппам простого порядка. Пусть G и Q два элемента группы, обладающие

большими простыми порядками γ и λ, причем такие что выполняется неравенство $GQ \neq QG$. Всевозможные целочисленные степени G генерируют коммутативную подгруппу $\Gamma' \subset \Gamma$, а всевозможные степени элемента Q – коммутативную подгруппу $\Gamma' \subset \Gamma$. Вычисление ОК зададим по формуле $Y = G^x Q^w$, где пара чисел $x < \gamma$ и $w < \lambda$ составляют ЛСК. Вычисление неизвестных значений x и w по известным значениям Y, G и Q является вычислительно трудной задачей, на основе которой предлагается следующий двухшаговый протокол с нулевым разглашением:

1. Проверяющий генерирует пару случайных чисел k, t и вычисляет значение своего разового ОК $U = G^k Q^t$ и значение $Z = G^k Y Q^t$, где Y – открытый ключ доказывающего. Затем он вычисляет значение хэш-функции $H = F_H(Z)$ и направляет доказывающему значения U и H в качестве своего запроса, на который он ожидает ответ доказывающего.

2. Доказывающий вычисляет значения $Z' = G^x U Q^w$ и $H' = F_H(Z')$. Если выполняется условие $H' = H$, то он направляет проверяющему значение Z' в качестве ответа. Если $H' \neq H$, то доказывающий направляет ответ «Некорректный запрос».

Если проверяющий получил правильное значение Z', т.е. то значение, которое он вычислил до направления своего запроса доказывающему, то им делается вывод о подлинности доказывающего.

Заключение

Рассмотренные новые протоколы с нулевым разглашением секрета отличаются от известных рядом конструктивных элементов, применение которых обеспечивает их некоторые преимущества, благодаря которым они представляют интерес для практического использования в некоторых прикладных областях. Принципиальный интерес представляет протокол, основанный на трудности задачи дискретного логарифмирования по трудно разложимому модулю и протокол на основе трудности «факторизации» элемента конечной некоммутативной группы по двум взаимно некоммутативным циклическим подгруппам. Первый протокол обладает более высокой безопасностью, благодаря тому, что для его взлома требуется решить две независимые вычислительно трудные задачи. Второй протокол интересен применением вычислительно трудной задачи нового типа, которая представляет интерес в качестве примитива двухключевых криптосистем, стойких к атакам с использованием квантовых компьютеров. Однако данная задача является сравнительно новой и требует специального исследования.

Работа поддержана грантом РФФИ № 12-07-31164-мол_а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Молдовян А.А., Молдовян Д.Н., Васильев И.Н., Головачев Д.А. Протоколы с нулевым разглашением секрета и обоснование безопасности схем цифровой подписи // Вопросы защиты информации. 2011. №4. С. 6–11.
2. Diffie W., Hellman M.E. New Directions in Cryptography // IEEE Transactions on Information Theory. 1976, Vol. IT-22. P. 644–654.
3. Moldovyan D.N., Moldovyan N.A. A New Hard Problem over Non-Commutative Finite Groups for Cryptographic Protocols // 5th Int. Conference on Mathematical Methods, Models, and Architectures for Computer Network Security, MMM-ANCS 2010 Proceedings. St.Petersburg, September 8-11, 2010 / Springer Verlag Lecture Notes in Computer Science. 2010. Vol. 6258. P. 183–194.
4. Молдовян Д.Н., Молдовян Н.А. «Особенности строения групп векторов и синтез криптографических схем на их основе» // Вестник СПбГУ. Серия 10: прикладная математика, информатика, процессы управления. 2011. Вып. 4. С. 84−93.
5. Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б. Элементарное введение в эллиптическую криптографию.– Протоколы криптографии на эллиптических кривых. М., КомКнига, 2006. – 274 с.
6. Menezes A.J., Vanstone S.A. Handbook of Applied Cryptography. – CRC Press, 1996. – 750 p.
7. ElGamal T. A public key cryptosystem and a signature scheme based on discrete logarithms // IEEE Transactions on Information Theory. 1985. Vol. IT-31. No.4. P.469–472.
8. Коутинхо С. Введение в теорию чисел. Алгоритм RSA. – М.: Постмаркет, 2001. – 323 с.
9. Молдовян Д.Н., Васильев И.Н., Латышев Д.М., Сухов Д.К. Построение схемы 240-битовой цифровой подписи // Вопросы защиты информации. 2011. №3. С. 6–10.
10. Moldovyan A.A., Moldovyan D.N., and Gortinskaya L.V. Cryptoschemes based on new signature formation mechanism // Computer Science Journal of Moldova. 2006. Vol. 14. No 3(42). P.397–411.

Кадулин В.А.
Россия, Москва, Московский университет МВД России

КОМПЬЮТЕРНАЯ РАЗВЕДКА В БОРЬБЕ С ПРЕСТУПЛЕНИЯМИ В СФЕРЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Впервые о проблемах борьбы с компьютерной преступностью в России отечественная криминалистическая наука официально заявила в июле 1992 года с момента создания межведомственного семинара «Криминалистика и компьютерная преступность». Он организован научно-исследовательским институтом Проблем укрепления законности и правопорядка Генеральной прокуратуры Российской Федерации и Экспертно-криминалистическим центром МВД России. В течение последних 15–20 лет по мере компьютеризации хозяйственно-управленческой и финансово-коммерческой деятельности появились новые виды преступлений, которые стали называться компьютерными, исходя из терминологии зарубежной юридической практики.

Целью работы является определение направлений деятельности правоохранительных органов по раскрытию и предупреждению преступлений в сфере компьютерной информации методами и средствами компьютерной разведки.

Компьютерная разведка – сфера деятельности органов внутренних дел по гласному и негласному добыванию компьютерной информации [1]. Данное определение вытекает из задач подразделений ОВД. При широком и обобщенном взгляде на роль и место компьютерной разведки в современном мире целесообразно воспользоваться следующим определением.

Компьютерная контрразведка – комплекс информационных технологий для эпизодического поиска или систематического сканирования критичной информации в открытых источниках и, возможно, доставки данных в машиночитаемой форме [2].

Подавляющее большинство юристов считает, что компьютерное преступление – это любое противоправное действие, при котором компьютер выступает либо как объект, против которого совершается преступление, либо как инструмент, используемый для совершения преступных действий. При этом к компьютерным преступлениям относится широкий круг действий, которые можно разделить на четыре категории: кража компьютерного оборудования; компьютерное пиратство (незаконная деятельность в сфере программного обеспечения); несанкционированный доступ к компьютерной системе в целях повреждения или разрушения информации; использование компьютера для совершения противозаконных или мошеннических действий.

Компьютерные технологии и международные компьютерные системы создали новые условия, которые содействуют совершению преступлений на национальном и международном уровнях.

Так, например, в США федеральный «компьютерный» закон действует уже с 1984 года, в Дании – с июля 1985 года, в Канаде – с декабря 1985 года, в Португалии – с 1982 года. Принятие соответствующих норм уголовного права осуществлено в Германии в августе 1986 года. Ведутся работы по усовершенствованию национального законодательства для борьбы с компьютерными преступлениями и в других странах мира [3].

В настоящее время существуют два основных направления научных исследований. Одно из направлений исследователей относит к компьютерным преступлениям действия, в которых компьютер является либо объектом, либо орудием посягательств. В этом случае кража компьютера тоже является компьютерным преступлением. Другая часть исследователей утверждает, что объектом посягательства является информация, обрабатываемая в компьютерной системе, а компьютер служит орудием посягательства. Надо сказать, что законодательство многих стран, в том числе и в России, стало развиваться именно по второму пути.

В главе 28 Уголовного кодекса Российской Федерации определяются следующие общественно опасные деяния в отношении средств компьютерной техники [4]:

1. Неправомерный доступ к охраняемой законом компьютерной информации, т.е. информации на машинном носителе, в электронно-вычислительной машине (ЭВМ), системе ЭВМ или их сети, если это деяние повлекло уничтожение, блокирование, модификацию либо копирование информации, нарушение работы ЭВМ, системы ЭВМ или их сети.

2. Создание программ для ЭВМ или внесение изменений в существующие программы, заведомо приводящих к несанкционированному уничтожению, блокированию, модификации либо копированию информации, нарушению работы ЭВМ, системы ЭВМ или их сети, а равно использование либо распространение таких программ или машинных носителей с такими программами.

3. Нарушение правил эксплуатации ЭВМ, системы ЭВМ или их сети лицом, имеющим доступ к ЭВМ, системе ЭВМ или их сети, повлекшее уничтожение, блокирование или модификацию охраняемой законом информации ЭВМ.

Следовательно, можно выделить следующие характерные особенности этого социального явления:

- неоднородность объекта посягательства;
- выступление машинной информации, как в качестве объекта, так и в качестве средства преступления;
- многообразие предметов и средств преступного посягательства;
- выступление компьютера либо в качестве предмета, либо в качестве средства совершения преступления.

На основе этих особенностей можно сделать вывод, что компьютерное преступление – это предусмотренное уголовным законом общественно опасное действие, совершенное с использованием средств электронно-вычислительной (компьютерной) техники.

Зарубежными специалистами разработаны различные классификации способов совершения компьютерных преступлений. Классификация и кодификатор компьютерных преступлений Генерального Секретариата Интерпола считается наиболее приемлемой в практике применения и признана мировым сообществом. Названия способов совершения подобных преступлений, соответствующих кодификатору Генерального Секретариата Интерпола: несанкционированный

доступ и перехват, изменение компьютерных данных, компьютерное мошенничество, незаконное копирование, компьютерный саботаж и прочие компьютерные преступления.

В настоящее время можно выделить основные группы мер предупреждения компьютерных преступлений: правовые и организационно-технические.

В группу правовых мер предупреждения компьютерных преступлений прежде всего относят нормы законодательства, устанавливающие уголовную ответственность за противоправные деяния в компьютерной сфере.

Организационно-технические меры предупреждения компьютерных преступлений целесообразно рассмотреть на примере мер, применяемых в развитых зарубежных странах.

Применение системы правовых и организационно-технических мер предупреждения компьютерных преступлений, несомненно, является одним из ведущих направлений в борьбе с компьютерными преступлениями. Однако хорошо известно, что одними мерами предупреждения (сдерживания) не всегда удается предотвратить преступное посягательство. Тем более что по единому мнению ведущих специалистов, занимающихся вопросами обеспечения безопасности компьютерных систем и электронного оборудования, в мире не существует абсолютно надежных электронных систем, гарантирующих своим пользователям полную конфиденциальность и сохранность машинной информации, циркулирующей в них.

Относительная новизна возникших проблем, стремительное, наращивание процессов компьютеризации российского общества, по нашему мнению, застали врасплох правоохранительные органы, оказавшиеся неготовыми к адекватному противостоянию и активной борьбе с этим новым социальным явлением.

Как показывает практика, следователи, производящие расследование этой части компьютерных преступлений, сталкиваются со многими, подчас неразрешимыми трудностями, среди которых представляется необходимым выделить следующие:

– сложность квалификации преступных деяний;

– сложность в проведении различных следственных действий из-за несовершенства действующего уголовно-процессуального законодательства;

– сложность в назначении программно-технической экспертизы средств компьютерной техники и в формулировке вопросов, выносимых на рассмотрение эксперта;

– отсутствие по некоторым вопросам соответствующих специалистов, необходимых для привлечения в ходе следствия;

– отсутствие элементарных познаний в области компьютерной техники и т.д.

Следует особо выделить факторы, оказывающие негативное влияние на процесс расследования компьютерных преступлений и требующие своего скорейшего решения:

– несовершенство уголовно-процессуального законодательства;

– крайне слабая нормативная база, призванная регламентировать правовой статус и специфические особенности информационных ресурсов;

– отсутствие методик расследования преступлений указанного вида;

– отсутствие обобщений следственной и судебной практики;

– отсутствие базового экспертно-криминалистического центра по производству необходимых экспертиз средств компьютерной техники;

– отсутствие методик проведения криминалистических (программно-технических) экспертиз СКТ;

– отсутствие учебно-методических центров для подготовки соответствующих специалистов для нужд правоохранительных органов;

– крайне низкая оснащенность подразделений правоохранительных органов средствами компьютерной техники и региональная разобщенность при решении этих вопросов, вызванная нескоординированностью действий.

В результате совокупного взаимодействия указанных выше факторов на практике сложилась ситуация, которая существенно затрудняет возможность своевременного обнаружения преступления и полного сбора доказательств на первоначальном этапе работы по делу.

Как показывает анализ следственной практики, основной проблемой при выявлении и расследовании преступлений рассматриваемой категории является отсутствие у сотрудников минимально необходимых специальных познаний в этой области. Особенно много ошибок возникает при производстве следственных действий, которые, как правило, проводятся без участия соответствующего специалиста и без учета специфики расследуемого преступления.

Неправомерный доступ к компьютерной информации представляет собой одно из самых малоизученных и в то же время довольно опасных преступлений последнего времени, приобретающее все более угрожающие масштабы. Его последствия таят реальную опасность причинения вреда отношениям безопасности личности, общества и страны в самых разных сферах — от нарушения конституционных прав и свобод человека и гражданина до преступлений, посягающих на мир и международную сохранность.

Наметились серьезные тенденции к использованию компьютерной техники организованными преступными группами. Опасность схожих проявлений еще более растет, когда участники организованных преступных групп получают доступ к автоматизированным банкам данных (АБД), обслуживающим системы государственной обороны, космонавтики, атомной энергетики и транспортного управления.

К новым явлениям, порожденным возможностью фактически безнаказанного совершения противоправных деяний, относятся хищения чужого имущества с внедрением электронно-вычислительной техники и средств электронного платежа. Они представляют серьезную потенциальную опасность правам и законным интересам личности, общества и страны, хота на современном этапе развития публичных отношений и не оказывают заметного влияния на состояние преступности в сфере экономики.

Неправомерный доступ к компьютерной информации — эпидемия транснационального характера. Об этом, в частности, свидетельствует тревожная тенденция к распространению последствий указанного деяния на межгосударственный уровень. Стремительно перешагнув границы отдельных стран, неправомерный доступ к компьютерной информации затрагивает интересы всего интернационального общества, причиняет вред и государствам, и народам, и конкретным людям.

Исходя из указанного, становится естественным, что неправомерный доступ к компьютерной информации как новая разновидность антиобщественного поведения представляет собой угрозу безопасности, нормальному функционированию общества и государства. Очевидно, в борьбе с неправомерным доступом к компьютерной информации нельзя игнорировать организационные, технические и программные меры. Меж тем эффективное решение задачи по обеспечению законных прав и интересов личности, общества и государства в области информационной безопасности невозможно без адекватных мер уголовно-правового характера.

Более того, применение норм, содержащихся в ст. 272 УК РФ, будет неизбежно сопровождаться определенными трудностями. Все это может повлечь неоднозначное применение норм уголовного закона, устанавливающих юридическую ответственность за неправомерный доступ к компьютерной информации на практике и, следовательно, нарушить основополагающие принципы российского уголовного права — справедливости и законности. Понятно, что процесс юридической квалификации любого преступления состоит в установлении тождества более существенных, обычных фактических событий конкретного общественно опасного и противоправного деяния признакам состава преступления определенного вида.

К настоящему моменту уже сформировались определенные схемы для хранения, обработки и утилизации знаний, связанных с объектами компьютерной разведки. Отработаны или будут вскоре отработаны методики эффективного применения этих знаний для решения конечных задач, вызванных потребностями оперативного анализа ситуации на рынке, сбора досье на его игроков, оценки эффективности PR-компаний и других сфер обеспечения безопасности бизнеса.

Подводя итог работы по определению направлений деятельности правоохранительных органов по раскрытии и предупреждении преступлений в сфере компьютерной информации методами и средствами компьютерной разведки, следует отметить, что выбранная автором тема и сама проблема применения компьютерной разведки на различных этапах расследования и раскрытия преступлений в сфере компьютерной информации далеки от разрешения.

В работе удалось ответить на ряд вопросов, связанных с применением компьютерной разведки в борьбе с преступлениями в сфере компьютерной информации, а именно:

1. Определена степень общественной опасности компьютерной преступности и дана правовая оценка данному виду преступлений.
2. Рассмотрены технические и технологические характеристики преступлений в сфере компьютерной информации и указана основа противодействия данному виду преступлений.
3. Определена роль компьютерной разведки на различных этапах расследования и раскрытия преступлений в сфере компьютерной информации.
4. Выполнен анализ существующих средств компьютерной разведки, которые могут быть использованы в борьбе с преступлениями в сфере компьютерной информации органами внутренних дел.

В работе не удалось оценить существующие способы и средства мониторинга, тактические приемы применения программных и аппаратных средств отслеживания и документирования действий правонарушителя в компьютерных системах. Автор надеется продолжить изучение указанных вопросов, представляющих теоретическое и практическое значение для внедрения средств компьютерной разведки в деятельность органов внутренних дел.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Макаренков Д.Е. Лекция: Компьютерная разведка (введение в дисциплину). // Московский университет МВД России, М: 2008.
2. Кузнецов С.В. Разведка по открытым источникам для службы безопасности. URL: http://www.osint.ru/16osist
3. Виктор Сабадаш. Киберпреступность в зарубежных странах, концепция ее детерминации и предупреждения. URL: www.crime-research.ru, [дата доступа] 22.09.2004.
4. Уголовный кодекс Российской Федерации [Текст]: [принят Государственной Думой 24 мая 1996 года, подписан Президентом 13 июня 1996 года и вступил в силу с 1 января 1997 года]..

Кадулин В.Е., Примакин А.И.
Россия, Москва, Московский университет МВД России,
Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ

Информационная сфера становится не только доминирующей сферой международного сотрудничества, но и фактором противоборства на уровне государств и национальных корпораций. Межгосударственные отношения в сфере информационных технологий в условиях формирования информационных ресурсов и пользования ими обостряются вследствие политического и экономического противоборства государств в результате их информационного неравенства.

Целью статьи является выявление соотношения экономической и информационной безопасности в современном мире и их роли в обеспечении национальной безопасности государства.

Предлагаемая авторами тема, исходя из положений Стратегии национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года, становится весьма актуальной [1]. В «Стратегии» не выделяется специфика обеспечения информационной безопасности, она нашла свое отражение в Доктрине информационной безопасности Российской Федерации, утвержденной указом президента Российской Федерации от 9 сентября 2000 года [2].

Стратегия закрепляет направленность информационной безопасности на все сферы деятельности в интересах обеспечения национальной безопасности государства. В статье 109 отмечается: «Угрозы информационной безопасности в ходе реализации настоящей Стратегии предотвращаются за счет совершенствования безопасности функционирования информационных и телекоммуникационных систем критически важных объектов инфраструктуры и объектов повышенной опасности в Российской Федерации, повышения уровня защищенности корпоративных и индивидуальных информационных систем, создания единой системы информационно-телекоммуникационной поддержки нужд системы обеспечения национальной безопасности» [1].

В Доктрине, являющейся официальным документом, впервые дана официальная оценка значимости и системной сущности информации: «Современный этап развития общества характеризуется возрастающей ролью информационной сферы, представляющей собой совокупность информации. Информационная сфера, являясь системообразующим фактором жизни общества, активно влияет на состояние политической, экономической, оборонной и других составляющих безопасности Российской Федерации.

Под информационной безопасностью Российской Федерации понимается состояние защищенности ее национальных интересов в информационной сфере, определяющихся совокупностью сбалансированных интересов личности, общества и государства» [2].

Доктрина служит основой для решения таких задач, как:

– формирование государственной политики в области обеспечения информационной безопасности Российской Федерации;

– подготовка предложений по совершенствованию правового, методического, научно-технического и организационного обеспечения информационной безопасности Российской Федерации;

– совершенствование нормативной правовой базы обеспечения информационной безопасности Российской Федерации;

– развитие и совершенствование государственной системы защиты информации и системы защиты государственной тайны;

– создание единой системы подготовки кадров в области информационной безопасности и информационных технологий.

Экономическая безопасность рассматривается как интегральная характеристика практически всех сфер жизнедеятельности, последовательно выражающая изменения в этих сферах и взаимосвязи между ними [3]. При этом информационная безопасность непосредственно определяет уровень защищенности экономической деятельности от негативных вызовов.

В XXI веке доминирующей становится информационная экономика. Информационная экономика (правила хозяйствования в постиндустриальном обществе) – это наука, исследующая хозяйственную деятельность человека, которая предусматривает широкое применение электронных (информационно-коммуникационных) технологий в процессах общественного производства, распределения и потребления общественных благ.

Таким образом, информационную экономику следует трактовать как новый уровень экономических отношений и бизнес-процессов, обеспеченный внедрением в экономику информационных технологий и инновационного принципа развития, обеспечивающих рост качества жизни общества, благосостояния страны в целом, что являлось невозможным при прошлом индустриальном производстве. Характерной особенностью информационной экономики является направленность на массовость и глобальный характер хозяйственного взаимодействия, а также распределения произведенных благ среди потребителей в глобальном масштабе.

Тенденции развития рыночной экономики в России демонстрируют определенные изменения ее инфраструктуры. Сложившееся положение в экономике говорит о некотором спаде в этом секторе, хотя наметился некоторый подъём в области разработки, создания и внедрения современных средств управления и телекоммуникации.

Определенное оживление экономики наблюдается в области производства предметов потребления, причем ее динамика несколько выше при производстве товаров повседневного спроса. Хотя по объему производства доминируют большие предприятия, доля средних и малых предприятий постепенно возрастает. Это приводит к росту номенклатуры производимых предметов потребления и на первое место выходит задач повышения качества производимого товара.

Однако, существующее законодательство не в полной мере соответствует требованиям соотношения развития перечисленных типов предприятий для цивилизованной рыночной экономики, где доминируют малые предприятия с частной формой собственности.

Одной из важных проблем таких предприятий является проблема экономической безопасности во всех ее аспектах, в том числе и экономическая безопасность владельца этого предприятия, последнее непосредственно связано с информационной безопасностью предприятия.

В зависимости от особенностей регионов проблема экономической безопасности малых предприятий может быть решена различными способами. В слабо развитых регионах, где преобладает хождение наличных денег, особенно велика опасность криминализации экономики, в том числе и малых предприятий.

Переход к безбумажным формам представления, хранения и передачи экономической информации во многом снижает риск ее использования криминальными структурами, хотя и не исключает его полностью [4].

Кардинальное решение проблемы заключается в сочетании уже предложенной концепции компьютерной поддержки экономической и финансовой информации с совершенствованием регионального законодательства в области налогообложения малых и средних предприятий различных форм собственности.

С учетом современных возможностей глобальных компьютерных систем, идеальным был бы последовательный переход всей системы управления экономикой малых предприятий на автоматизированный принцип ее организации. Такая задача может быть решена в самые короткие сроки для малых предприятий одного или близких направлений деятельности, а затем распространена на другие группы предприятий.

Более сложной, с позиций обеспечения экономической и информационной безопасности личности, владельца малого предприятия, является задача объединения функций автоматизированной системы управления малым предприятием с соответствующей банковской системой кредитования, учета и контроля финансовой деятельности предприятия.

Но и в этом случае уже разработанные и апробированные в банковских системах средства и методы защиты информации могли бы быть адаптированы к особенностям экономической информации. Имеется в виду обеспечение санкционированного доступа различных категорий работающих на малом предприятии к экономической информации, что ограничивается соответствующими должностными обязанностями. Гораздо сложнее обеспечить систему безналичных взаимных расчетов между поставщиками сырья, контрагентскими поставками, собственно производителем и различными категориями предприятий, осуществляющих сбыт готовой продукции. Здесь уже будет недостаточно заинтересованности только производителя, а необходимо создание, по меньшей мере, на региональном уровне, автоматизированной системы учета взаимных безналичных обязательств поставщика, производителя и потребителя. Провидимому альтернативы предлагаемому подходу к обеспечению первого этапа экономической безопасности в ближайшем будущем не существует.

Становление рыночной экономики в России привело к ситуации, в которой информация стала наиболее востребованным и дорогостоящим товаром, но существующее законодательство не соответствует складывающимся отношениям на рынке этого специфического товара. Поэтому подготовка юристов со специализацией в области правовых вопросов, связанных с информацией, и, в частности, с обеспечением информационной безопасности является весьма актуальной задачей.

Постепенно, по мере увеличения объема использования новых знаний, уменьшается удельный вес собственности на физические объекты и увеличивается удельный вес интеллектуальной собственности. Возникает проблема прав интеллектуальной собственности. Иногда полагают, что защита интеллектуальной собственности безнадежна в мире, где господствуют информационно-коммуникационные технологии (ИКТ). Уже сегодня, например, незаконное копирование продуктов информационных технологий является простым делом, а в ближайшем будущем оно станет еще легче.

Абсолютно надежная защита информации невозможна. Однако она и не нужна. Должен быть определен оптимум, который, с одной стороны, обеспечивает получение временной сверхприбыли, гарантируя индивидуальную (авторскую) выгоду от полезной инновации, а с другой стороны,

обеспечивает как можно более широкое ее распространение в целях увеличения совокупного технологического, экономического, социального, политического или культурного потенциала [5].

Наконец, когда денежная экономика становится инновационной, капитал начинает функционировать в денежно-информационной форме, которая лишь временно принимает вещественную форму и затем вновь обращается в информационно-денежную. Используемая в этих случаях информация представляет собой знания и понимается таким образом: профессиональные знания предпринимателя и работника, как технологические знания специалиста и как предположения всех заинтересованных субъектов относительно будущего положения дел.

В отличие от термина «экономика знаний» или «новая экономика», информационная экономика связывает развитее национального хозяйства не с одним из элементов системы (информацией или знаниями), а с функционированием целостной подсистемы, носящей название кластер информационных технологий.

Информационная экономика должна основываться на покупке и продаже информации. Поэтому требуются такие законы, которые затруднят доступ к ценной информации, кроме тех случаев, когда она оплачена по установленной стоимости. Точно так же, как индустриальная экономика совсем не была основана на усложнении доступа к машинам, и информационная экономика не может базироваться на ограничении доступа к информации. По-видимому, чем больше информационных технологий, тем легче получить доступ к каждому виду информации, независимо от ее важности и ценности.

Таким образом, в информационном обществе и в условиях доминирования информационной экономики информационную и экономическую безопасность методологически целесообразно рассматривать в неразрывной взаимосвязи как в рамках подготовки профильных специалистов, так и в построении систем экономической и информационной безопасности.

Решение перечисленных проблем не возможно без соответствующей кадровой поддержки. Подготовка специалистов в области правового и технического обеспечения экономической и информационной безопасности, которые необходимо рассматривать как составляющие одной проблемы в рамках информационного общества, экстенсивным методом не может быть решена ввиду ресурсных и финансовых ограничений. Интенсивный же путь подготовки подобных специалистов требует изменения сложившихся подходов к понятию специализации и скорейшим внедрением образовательных стандартов третьего поколения.

Рассмотренные вопросы соотношения экономической и информационной безопасности в современном мире и их роли в обеспечении национальной безопасности государства становятся важнейшими в свете слабо предсказуемого процесса развития информационных технологий, сфер их применения и возможных последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года [текст]. [Утверждена Указом Президента Российской Федерации от 12 мая 2009 года №537].
2. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации [текст]. [Утверждена Указом Президента РФ от 9 сентября 2000 года № Пр-1895].
3. Кузнецова Е.И. Экономическая безопасность и конкурентоспособность. // М.: Издательство: «ЮНИТИ». 2012. 239 с.
4. Об электронной подписи. Федеральный закон Российской Федерации от 6 апреля 2011 года №63-ФЗ.
5. Корнейчук Б.В. Информационная экономика. Учебное пособие. // СПб.: Питер, 2006. 400 с.

Кадулин В.Е., Суржикова Л.М.
Россия, Москва, Московский университет МВД России

ОЦЕНКА УЩЕРБА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ

Существующие системы защиты информации в органах внутренних дел (ОВД) связаны с информацией, используемой правоохранительными подразделениями в интересах защиты жизни, здоровья, прав и свобод граждан Российской Федерации, иностранных граждан, для противодействия преступности, охраны общественного порядка, собственности и для обеспечения общественной безопасности [1]. Особенность информации, используемой в деятельности ОВД, заключается в том, что она не связана с получением прибыли или конкурентных преимуществ на экономическом рынке. Соответственно и при утечке такой информации ущерб наносится не материальный, а куда более существенный, ведь порой от этой информации зависит не только возможность реализации и защиты прав граждан, но и жизни людей. Следовательно, просчитать ущерб от утечки такой информации, оперируя формулами, используемыми в коммерческих структурах, не представляется возможным. Разумеется, можно подобрать схожие критерии при оценке экономических преступлений, но невозможно, а точнее крайне аморально, оценивать в денежном эквиваленте человеческую жизнь.

Деятельность ОВД непосредственно связана с получением и использованием полной, достоверной, а главное – своевременной информации, которая необходима для расследования и раскрытия, а также предупреждения и профилактики преступлений. Однако, для ОВД не применимы рыночные отношения при получении необходимой информации, а соответственно и невозможно

использовать существующие экономические подходы для оценки такой информации. Это обусловлено особенностями деятельности ОВД:

- информация собирается ОВД для принятия решений без получения прибыли, а только для реализации функций по защите личности, общества и государства;
- получение информации происходит на безвозмездной основе;
- при нарушении безопасности информации учитывается потенциальный ущерб, как и при реализации угроз безопасности информации в коммерческой фирме, но его невозможно выразить в денежном эквиваленте.

Поэтому для ОВД необходимо определить разумный метод оценки ущерба от реализации угроз безопасности, на основании которого может быть оценена сама информация, используемая в ОВД и построенная рациональная система защиты информации.

С экономической точки зрения величина потенциального ущерба будет соответствовать упущенной выгоде от возможности реализации (использования) этой информации (функция реализации информации в случае нарушения её безопасности не может быть выполнена). Понятие потенциальный ущерб в общем случае, по мнению автора, складывается из стоимости соответствующей информации, характера нарушения безопасности информации и затрат на восстановление исходного состояния (ИС).

Под экономической стоимостью информации для предприятия или физического лица предлагается рассматривать предельную плату, которую имеется смысл заплатить за предоставляемую информацию (информационную услугу).

Обычно рассчитывают стоимость информации в предпринимательской деятельности как величину ущерба, который может быть нанесен фирме в результате использования коммерческой информации конкурентами или наоборот прибыли (дохода), который может быть получен фирмой в результате получения коммерческой информации [2]. Эти показания получают путем анализа рынка соответствующими специалистами организации и такой подход на основе измерения потенциального ущерба является наиболее общим ко всем категориям информации и рациональным.

Стоимость информации тесно связана и вытекает из её ценности [3,4]. Ценность информации - комплексный показатель ее качества, мера пригодности для принятия решений в конкретной сфере. Не всегда существует возможность оценки стоимости информации в денежных единицах, и тогда, во-первых, разумнее использовать подход к оценке, основанной на потенциальном ущербе при утечке этой информации, а, во-вторых, использовать термин ценность, а не стоимость информации. К примеру, при оценке информации, хранящейся в АИС ОВД нельзя посчитать ее рыночную стоимость, т.к. эта информация не приобреталась на материальной основе, а была получена с ходе следственных действий или оперативных мероприятий сотрудников ОВД, а также используется не для получения прибыли (соответственно нельзя выразить материальную прибыль или материальный ущерб), а для предупреждения, предотвращения, раскрытия и расследования преступлений и правонарушений.

Экономический подход к оценке ущерба при утечке информации неприемлем в деятельности ОВД по нескольким причинам. Во-первых, должны блокироваться все угрозы безопасности информации, а не только угрозы, попадающие в область «допустимого уровня безопасности информации». Во-вторых, используемые здесь показатели стоимости информации весьма сомнительны (а для ОВД рассчитывать стоимость информации по формулам, используемым в экономики нецелесообразно), что приводит к построению неадекватных существующим угрозам и реальной ценности информации систем защиты.

Нецелесообразность использования экономических формул для оценки стоимости информации в правоохранительной деятельности определяется тем, что прибыли от этой информации ОВД также не получают. Ущерб наносится жизни, здоровью и интересам личности, общества и государства, которые проблематично соотнести с денежным эквивалентом.

Описание ущерба, наносимого организации в результате утечки защищаемой информации, основывается на его количественных и качественных показателях, которые базируются на одном из принципов засекречивания информации или отнесения ее к категории конфиденциальной – принципе обоснованности. Он заключается в установлении (например, путем экспертных оценок) целесообразности засекречивания конкретных сведений (отнесения содержащейся в них информации к категории конфиденциальной), а также вероятных последствий этих действий, с учетом решаемых организацией задач и поставленных целей.

Введение ограничений на распространение информации (в связи с ее засекречиванием или отнесением к категории конфиденциальной) приводит и к позитивным, и к негативным последствиям. К основным позитивным последствиям следует отнести предотвращение возможного прямого ущерба информационной безопасности организации из-за утечки защищаемой информации. Негативные последствия связаны с наличием (вероятным возрастанием) косвенного ущерба или издержек в виде затрат на защиту информации.

Общий ущерб безопасности организации от утечки конфиденциальной информации определяют следующим образом:

Проводят классификацию всех имеющихся в организации сведений по степени их важности. С этой целью методом экспертной оценки с привлечением специалистов структурных подразделений организации, участвующих в выполнении работ по различным направлениям его деятельности, разрабатывают единую шкалу сведений, содержащих защищаемую информацию – так называемый рейтинг важности информации. В рейтинге отражаются все сведения, включенные в перечни информации, подлежащей защите. Методической основой для разработки такого рейтинга служит метод экспертного анализа в совокупности с методом объективного количественного оценивания. На основе рейтинга важности информации сопоставляют (соотносят) включенные в него сведения с количественными показателями возможного ущерба, определяемого расчетным или экспертным путем.

То есть в любом случае, чтобы оценить потенциальный ущерб, прежде всего, необходимо определить вероятность реализации некоторой угрозы безопасности информации. Существует несколько подходов, позволяющие получить некоторую оценку вероятности.

1. Внутренняя статистика инцидентов (уже реализованных угроз безопасности информации).
2. Внешняя статистика. Можно найти вероятностные оценки для отдельных типов событий.
3. Экспертная оценка.

Неплохие результаты может дать проведение экспертной оценки возможности наступления угрозы. Эксперты выделяют существующие каналы утечки конфиденциальной информации, описывают реалистичные сценарии и выносят свою оценку возможности реализации для каждого из этих сценариев. Опираться в своей работе он может на опыт предыдущих проектов. Результатом обычно является дискретная шкала.

И, наконец, наиболее эффективным методом оценки реалистичности угрозы является эксперимент на рабочей информационной системе. Именно экспериментальное развертывание системы слежения за перемещением конфиденциальной информации поможет дать ответ на вопрос о реалистичности угрозы для организации.

В деятельности ОВД используются такие виды АИС как:

– автоматизированные информационно-поисковые системы (АИПС) – системы, обеспечивающие отбор и вывод информации по заданному в запросе условию;

– автоматизированные системы обработки данных (АСОД) предназначены для решения хорошо структурированных задач, по которым имеются входные данные, известны алгоритмы и стандартные процедуры обработки;

– автоматизированные информационно-справочные системы (АИСС) – работающие в интерактивном режиме и обеспечивающие пользователей сведениями справочного характера;

– автоматизированные рабочие места (АРМ);

– автоматизированные системы управления (АСУ);

– экспертные системы (ЭС) и системы поддержки принятия решений.

Стоимость защиты этих информационных систем определяется императивно, по сути, не зависит от содержащейся в них информации, что неверно. В сфере защиты информации важно определять опасность (вероятность) различных угроз и потенциальный ущерб в случае их реализации. В коммерческих предприятиях такой ущерб соотносится с материальными потерями, в ОВД это сделать невозможно, поэтому разумнее соотносить этот показатель с блокированием основных функций АИС ОВД, а соответственно и функций и служебных обязанностей сотрудников ОВД. Т.е. с функциями, выполнение которых станет невозможным из-за утечки, утраты или модификации информации. Перечень этих функций с помощью экспертных оценок может быть разбит на множество очень важных, важных и менее важных функций и расположен на импровизированной численной шкале оценки. Функции направлены на решение задач, стоящих перед сотрудниками ОВД. Важность конкретной информационной задачи можно определить с помощью социологического опроса специалистов, непосредственно решающих в своей деятельности эти задачи, т.е. реализующих соответствующие функции.

Авторами предлагается следующее решение по оценке потенциального ущерба:

Оценка потенциального ущерба от реализации i–й угрозы безопасности защищаемой информации определяется как произведение вероятности реализации i–й угрозы безопасности защищаемой информации в условиях конкретного объекта информатизации (pi) и оценка, учитывающая категорию защищаемой информации k–го вида объекта учёта, который используется для решения информационной задачи $j(wk)$, умноженное на сумму экспертных оценок важности j–й информационной задачи конкретной АИС, решение которой становится невозможным при реализации i–й угрозы безопасности информации (vj).

pi – совокупность всех этих вероятностей будет охватывать все возможные состояния системы;

wk – если угроза оказывает воздействие на информацию, относящуюся к двум или трем категориям, то учитывается наивысшая из оценок для всей информации. Если разместить эти

категории по численной шкале, то документам с грифом ДСП пусть соотносится показатель 1; секретным – 2; совершенно секретным – 3; особой важности – 4;

vj – оценка важности j –й информационной задачи конкретной АИС определяется группой экспертов, непосредственно работающих с этой АИС. Шкалу экспертных оценок важности целесообразно построить таким образом, что $\sum vj = ci / pi \cdot wk$.

Тогда пусть максимальный потенциальный ущерб от реализации угроз ci, ведущий к блокированию всех информационных задач будет равен 100. Проводя аналогию с процентным соотношением, т.е. берем максимальный ущерб как 100%. Тогда шкалу необходимо построить таким образом, чтобы $\sum vj$ не превышала 25.

Единственным возможным денежным эквивалентом затраты на систему (т.е. средства, выделенные на создание и обеспечение функционирования системы и средства, необходимые на ее восстановление). Но, по моему мнению, такая аналогию применима не ко всем АИПС, используемым в ОВД, в частности не применима при раскрытии тяжких и особо тяжких преступлений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О полиции. [Текст] : федер. закон : [принят Гос. Думой 7 февраля 2011 года], №3-ФЗ.
2. Дуглас Хаббард. Как измерить все, что угодно. Оценка стоимости нематериального в бизнесе. — М.: Олимп-Бизнес, 2009.
3. Колмогоров А.Н. Три подхода к определению понятия “количество информации” // Проблемы передачи информации. 1965. Т.1. №1. С.3–11.
4. Харкевич А.А. О ценности информации. В кн.: Проблемы кибернетики, т. 4, // М.: Физматгиз, 1960. – С. 53.

Мамонтова Е.Е., Витязев Ал.А., Витязев Ан.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЙНЫ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Введение

В связи со стремительным развитием информационно-телекоммуникационных технологий, в частности, сети Интернет, за несколько лет зародилось новое информационное пространство: быстро реагирующее на изменения, практически независимое и неуправляемое – социальные сети.

Причинами быстрого роста популярности в данной области являются:

- постоянный рост числа пользователей Всемирной паутины (согласно статистике Яндекса, уже сегодня количество персональных профилей в Facebook сравнимо с численностью населения Китая);
- высокая доступность и простота использования социальных сетей;
- практически полная бесконтрольность интернет-пространства;
- свобода слова и условная анонимность (возможность создать фейковую страницу и вести дискуссию от ее имени);
- диверсификация источников информации и огромная скорость распространения информации (хорошо это было выражено в одном Твиттере: «Скорость распространения информации: Твиттер — 5 минут, радио — 30 минут, новостные ленты — 1 час, телевидение — 2 часа»);
- невозможность контроля распространяемой информации;
- появление массовой гражданской журналистики;
- удовлетворение социальных потребностей.

Уровень развития социальных сетей на сегодняшний день позволяет решать огромное количество важных для общества задач: общение, обмен мультимедийным контентом, реклама, ведение бизнеса и политическая пропаганда, помощь в чрезвычайных ситуациях, оперативное информирование и т.д. Однако появляются серьезные угрозы информационной безопасности: отсутствие приватности личных данных, неточность и недостоверность публикуемой информации, дезинформирование, ведение информационных войн. Государственные спецслужбы и крупнейшие частные корпорации во всем мире ставят перед фундаментальной наукой задачу научиться оказывать влияние на участников социальных сетей, так как это новый инструмент управления сознанием больших групп людей.

Отличительными чертами практически любой модели социальной сети являются: агент, мнение, влияние/доверие, репутация. Так же в сетевой социальной структуре всегда присутствует 3 компонента:

- смысловой концепт, которого придерживаются все участники сети;
- общее коммуникативное пространство;
- полное равенство и связанность участников — одинаковый доступ к информации.

Любая социальная сеть содержит следующие виды ролей:

– «идеологи»: необходимо, чтобы кто-то выполнял функцию лидера — выдвижение идей и функцию мыслителя – проверка и оформление идей;

– «информаторы»: необходима функция сенсора – сбор доступной информации, функция модератора – отбор значимой информации и функция аналитика – обобщение информации;

– «реализаторы»: функция бойца – воплощение замысла, функция тыловика – снабжение проведения действий, и функция администратора – согласующего регулирование действий.

В силу вышеописанных возможностей, а также их свойств, сетевые социальные сети, помимо социальной функции, обмена точками зрения в последнее время всё чаще становятся объектами, а так же средствами внешнего информационно-психологического воздействия и ареной информационного противоборства на различных уровнях общества.

Деструктивная функция социальных сетей

Деятельность далеко не всех текущих онлайн сетей носит конструктивный характер. Часть социальных сетей следует относить к категории так называемых деструктивных. Слово «деструкция» имеет значение «нарушение, разрушение нормальной структуры чего-либо». Деструктивную деятельность реально направить как во вне – на других людей, общественные структуры или на социум в целом, на природную среду, историческую память, различные предметы – так и на самого себя (разрушение личности, здоровья, суицидальные наклонности).

Под деструктивной деятельностью социальных сетей понимается «особая форма активного отношения к миру, в основном содержащую разрушение или нарушение нормального функционирования существующих объектов и систем, создающих правильное функционирование как личности, так и общества, и государства. Если в целом говорить о конструктивности или деструктивности той или иной социальной сети, вернее будет вести речь о позиции этих сетей по отношению к вмещающему обществу.

Существует четыре группы социальный сетей: индифферентная, изоляционистская, конструктивная и деструктивная. Индифферентные социальные сети настроены к вмещающему обществу следующим образом: «мы вас игнорируем, и вы к нам не лезьте». Изоляционистские сети в некоторой мере представляют из себя своеобразные разновидности индифферентных сетей, частные клубы по интересам. Они пытаются полностью отгородиться от какого-либо взаимодействия с вмещающим сообществом или обходиться минимумом контактов. Конструктивные же сети, наоборот, стремятся как можно активнее взаимодействовать с вмещающим сообществом, сильно реагируют на знаковые события. В качестве цели выдвигают улучшение жизни как общества в целом, так и отдельных социальных групп. Деструктивные сети, как и конструктивные, также не изолируются от вмещающего сообщества, но, в отличие от конструктивных, пытаются с этим сообществом бороться всеми возможными методами. Объектом негативного воздействия деструктивных сетей являются как общество в целом, так и сторонники тех или иных социальных групп, как правило, также враждебно относящихся к этой самой деструктивной сети.

У деструктивных сетей есть три больших класса: революционно-анархические, асоциальные и профессиональные. Членами таких деструктивных сетей чаще всего являются молодые люди, так называемые пассионарные лица. Они склонны к нонконформизму и постоянной борьбе всем «старым», своеобразный нигилизм. Они, как правило, хорошо владеют информационными технологиями, а так же полны революционных идей. К подобным деструктивным сетям в первую очередь относятся ультралевые и ультраправые молодёжные и разнообразные хакерские сообщества. Участники деструктивных сетей, работающие на профессиональном уровне, имеют конкретные цели и план действий, стратегию их реализации, материальные ресурсы, систему финансирования. К такому типу сетей относятся в основном террористические структуры самого разного толка, радикальные оппозиционные движения, этнические сообщества и т.д. Главная проблема борьбы с деструктивными сетями - это то, что, согласно действующему законодательству, признать их деятельность, как деструктивную, можно только при реализации каких-либо противозаконных действий их участниками, совершенных из-за влияния сетевого пространства.

К сожалению, в настоящее время тенденция такова, что социальные становятся главным инструментом деструктивного информационно-психологического влияния, в том числе – в целях манипулирования личностью, социальными группами и обществом в целом, а также – полем информационного противоборства. Их начинают рассматривать, как вполне действенный способ ведения информационной войны. В военной науке информационной войной называются действия, предпринимаемые для достижения информационного превосходства над противником в своевременности, достоверности, полноте получения информации, скорости и качестве ее переработки и доведения до исполнителей путем воздействия на информацию и информационные системы противника с одновременным укреплением и защитой собственной информации и информационных систем. Информационную войну, упоминаемую в СМИ, следует называть скорее «психологической войной». Под психологической войной в военной науке понимается совокупность различных форм, методов и средств воздействия на психику людей с целью изменения в желаемом направлении психологических характеристик (взглядов, мнений, ценностных ориентаций, настроений,

мотивов, установок, стереотипов поведения), а также групповых норм, массовых настроений, общественного сознания в целом. Действия, направленные на психику социума, предпринимаются преимущественно для того, чтобы спровоцировать общество на определенные реакции, действия, на какое-то конкретное поведение. Основная цель психологической войны – изменить в нужном направлении поведение противника за счет изменения его сознания, восприятия им картины мира. Отличительными особенностями терминов «информационная война» и «психологическая война» является то, что действия информационной войны проистекают в киберпространстве, в то время как психологическая война ведется в основном в пространстве социальном. При этом информационным «полем боя» в обоих пространствах являются протоколы информационно-логического сопряжения их элементов, а также средства и технологии их практической реализации. Для социального пространства протоколом информационно-логического взаимодействия является естественный язык народонаселения. Основным средством корректировки протоколов социального пространства в настоящее время являются средства массовой информации.

Вброс информации через социальные сети

Одним из наиболее эффективных методов ведения информационой войны является дезинформирование, под которым понимается выдача заведомо ложной информации за подлинную. В процессе подготовки дезинформации определяется цель, затем она изучается и выбирается тематика и символика, затем способ дезинформирования (слухи, дозирование информации, стеореотипизация, смешение правды и инсинуации и т. д.).

Это очень эффективный метод в связи с тем, что виртуальное пространство практически не контролируется, затруднена проверка подлинности и а так же в связи с невероятной скоростью распространения информации в сети. Как способ реализации дезинформации можно использовать так называемый вброс.

Хорошо спланированные и выполненные вбросы и кампании по очернению практически не оставляют улик, так что их очень сложно опознать автоматическим анализом — приходится разбираться с достоверностью самих сообщений.

К признакам вброса относятся:

Первый признак – сам характер новости, ее суть (может быть актуализация новости 2–3-х летней давности).

Второй признак – это характер распространения. Поведение графика обсуждения в Интернете некого события. Механический вброс похож на сильный скачок, то есть сразу много людей публикуют практически одно и то же, как правило, в одно и то же время.

Третий признак – отношение количества перепубликаций к оригиналам. То есть, сколько конкретно было авторских сообщений о неком событии, а сколько – просто копий. У естественного события, как правило, много оригиналов.

И заключительный признак вброса – это тип страницы в социальной сети, на котором опубликовано оригинальное сообщение. Чаще всего вброс начинают с непопулярных страниц. То есть довольно долго, иногда даже несколько месяцев, организаторы вброса изображают «живого» человека. Потом ни с того, ни с сего появляется нехарактерный, длинный текст повествующий о каком-нибудь, зачастую полностью выдуманном, или актуальном событии. Это сразу копируется множеством других, уже настоящих, пользователей. Через некоторое время после профиль «живого» человека сам собой удаляется, как ни в чем и не бывало.

Финальный шаг вброса – реакция в СМИ. Различные интернет-ресурсы через в течение некоторого времени натыкаются на эту выдуманную информацию и реагируют новостью, начинающейся вроде: «В социальных сетях сейчас активно обсуждают, что…». Так вброшенная информация оглашается в интернет-СМИ. А потом, при должном стечение обстоятельств, попадает и в популярные газеты или даже на телевидение.

Заключение

Таким образом можно сделать вывод, что социальные сети могут быть серьезной угрозой для социума, примером применения социальных сетей как «оружия» является инцидент, связанный с «Арабской весной» 2010 г., беспорядки в Лондоне в 2011 г. и т.д. Необходимо вести более углубленные исследования в области ведения информационно-психологической войны с использованием социальных сетей и разрабатывать программные продукты, направленные на предупреждение возможных негативных последствий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Информационная война. Информационное противоборство: теория и практика: монография / В.М. Щекотихин, А.В. Королёв, В.В. Королёва и др.; под общ. ред. В.М. Щекотихина. – М.: Академия ФСО России, ЦАТУ, 2010. – 999 с.
2. URL:http://oomoney.ru/money_blogs_sites/phenomenon-of-blogosphere.html«Феномен социальных сетей».
3. URL:http://кибервоин.рф/nauka/sotsialnyie-seti-stanovyatsya-arenoy-informatsionnogo-protivoborstva.html, – [сайт:] «Социальные сети становятся ареной информационного противоборства».
4. URL:http://www.commcenter.ru/mmedia/articles/2007_07_12.html – [сайт:] «Блогосфера глобальной политики».
5. URL http://blog.greensmm.ru/?p=340 – [сайт:] «Тенденции развития социальных сетей на 2012–2015 гг.».

Синещук Ю.И., Примакин А.И., Пантиховский О.В., Синещук М.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России,
Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова,
Северо-Западный региональный центр МЧС России

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА СИЛОВЫХ ВЕДОМСТВ

Состояние и перспективы развития системы управления, в настоящее время, являются главным показателем готовности сил МВД, МЧС и других силовых ведомств к реализации возложенных на них задач, уровня их технического и организационного совершенства.

Современные действия подразделений силовых ведомств характеризуются большим разнообразием ситуаций, высокой динамичностью, широким применением новых высокотехнологичных средств, повышенной потребностью начальников всех уровней и звеньев управления в актуальной, достоверной, оперативной и всесторонней информации, необходимой для качественного решения задач управления. В этих условиях резко возрастает поток информации, который необходимо обработать в органах управления для всестороннего обоснования принимаемых решений [1].

Повышение качества управления, совершенствование его форм и методов невозможно без автоматизации основных управленческих процессов. Однако существующие в настоящее время средства и системы автоматизации управления не вполне соответствуют требованиям межвидовой и, тем более, внутригосударственной интеграции систем управления. Они являются, как правило, узкопрофильными (локальными), использующими разнородную, дублированную и не унифицированную информацию.

Современный этап информатизации базируется на передовых информационных технологиях и телекоммуникационных сетях, соединяющих в единое целое совокупность разнородных вычислительных средств, ЛВС, удаленных и местных терминалов. Системообразующей основой построения интегрированной автоматизированной системы управления, обеспечивающей интеграцию процесса управления по вертикали и горизонтали между ведомственными органами управления, а также органами управления системы государственного управления, должно стать единое информационное пространство (ЕИП).

В рамках принятой в России Доктрины информационной безопасности сформулированы задачи и приоритеты в информационной сфере [2]. Важнейшей из них определена задача создания Единого информационного пространства Российской Федерации (ЕИП РФ), неотъемлемой частью которой являются информационные пространства силовых ведомств.

Объективно существующее информационное пространство в настоящее время используется неэффективно и не является единым. Это объясняется [3]:

- отсутствием единых правил и порядка описания, представления, формирования и использования информационных ресурсов;
- недостаточной оснащенностью органов военного управления современными средствами автоматизации, телекоммуникации и связи;
- несовершенством способов и средств доступа к информационным ресурсам и механизмов управления доступом;
- нарушением принципа однократности ввода информации;
- отсутствием идентичности одинаковых информационных ресурсов в различных органах управления, а также в автоматизированных системах;
- отсутствием единых правил создания информационных изделий;
- отсутствием полноценной информационной совместимости автоматизированных систем.

Концепция единого информационного пространства, в соответствии с которой строятся информационные системы нового поколения, предполагает использование последних достижений в области информационных технологий, при этом ЕИП, рассматривается как автоматизированный аналог усовершенствованного и упорядоченного объективно сложившегося информационного пространства.

Основным предназначением ЕИП является наиболее полное удовлетворение в реальном масштабе времени информационных потребностей должностных лиц органов управления. Это может быть достигнуто путем концентрации и интеграции актуальной, полной, достоверной и сформированной по определенным правилам информации, а также обеспечения возможности ее своевременного предоставления в соответствии с установленным порядком доступа.

ЕИП можно определить как совокупность актуальных и полных информационных ресурсов органов управления всех уровней иерархии, упорядоченных по единым принципам и правилам формирования, формализации, хранения, распространения, технологий их ведения и использования, обеспечивающих безопасное информационное взаимодействие органов управления, а также удовлетворение их информационных потребностей в соответствии с имеющимися полномочиями посредством информационно-телекоммуникационных систем и сетей.

Иными словами, единое информационное пространство складывается из следующих главных компонентов:

– информационные ресурсы, содержащие данные, сведения и знания, зафиксированные на соответствующих носителях информации;

– организационные структуры, обеспечивающие функционирование и развитие единого информационного пространства, в частности, сбор, обработку, хранение, распространение, поиск и передачу информации;

– средства информационного взаимодействия, как совокупность информационных систем, каналов передачи данных, средств коммутации и управления информационными потоками, реализующая доступ к информационным ресурсам на основе информационных, компьютерных и телекоммуникационных технологий.

Организационные структуры и средства информационного взаимодействия образуют информационную инфраструктуру (материальную основу ЕИП).

Вопросы внедрения информационных технологий, унификации и объединения информационных ресурсов приобрели особую актуальность в системах управления силовых ведомств, которые отличается высоким уровнем компьютеризации процессов управления на всех уровнях и определяют возможности повышения эффективности использования сил и средств этих ведомств.

Сама по себе вышеописанная концепция является отражением всеобщей тенденции глобализации информационных систем, развитие которых сопровождается расширением перечня угроз, появлением дополнительных уязвимостей информационным ресурсов и, как следствие, совершенствованием способов реализации информационных атак.

Сосредоточение больших объемов информации в системах автоматизированного управления привела к возможности утечки конфиденциальных сведений, а, следовательно, и к необходимости реализации мер по обеспечению безопасности информации. Угроза нарушения целостности, доступности и актуальности информации, используемой в процессах принятия решения, ограничивает возможность выполнения возложенных на ведомства функциональных задач.

Ключевым моментом, в конечном итоге определяющим эффективность реализации мероприятий защиты информации, является выработка адекватной политики информационной безопасности, под которой понимается совокупность стратегических управленческих решений, направленных на защиту интересов соответствующего ведомства (организации) в информационной сфере.

Целью информационной политики является создание условий использования информации в соответствии с правилами разграничения доступа, которые бы исключали опасность причинения ущерба организации, обеспечивали ее устойчивость к воздействию деструктивных факторов и эффективность функционирования [4,5].

Политика информационной безопасности формируется в соответствии с основными принципами или руководящими началами:

– взаимозависимость и комплексность всех видов безопасности;

– целостность информационной системы и устойчивость функционирования;

– разумное соотношение открытости информации и ограничение (оптимальность) доступа к информационным ресурсам;

– постоянное изменение ее режима;

– введение контроля за реализацией разработанной политики;

– профессионализм.

Политика информационной безопасности реализуется путем осуществления совокупности мероприятий защиты информации. Эти мероприятия можно рассматривать как последовательность барьеров или рубежей защиты информации. Для того чтобы добраться до защищаемой информации, нужно последовательно преодолеть несколько рубежей защиты (рисунок 1) [6,7].

Рис. 1. Система мероприятий защиты информации

Аналитические исследования применения информационных систем в интересах решения задач управления сложными организационно-техническими объектами свидетельствует о том, что существует некая взаимосвязанная цепочка проблем, связанных с обеспечением информационной безопасности:

– важно убедить руководство в необходимости защиты информации;

– необходимо обеспечить правовую и организационную (административную поддержку) деятельности службы информационной безопасности. На этой основе упорядочить и регламентировать технологические процедуры связанные обработкой, хранением, передачей тех или иных информационных ресурсов;

– требуется профессионально подготовленный круг лиц, ответственных за решение проблем информационной безопасности.

Наряду с перечисленными организационными, существуют и известные технические проблемы, связанные с применением сетевых технологий, повсеместным и, практически, неизбежным использованием ресурсов общего пользования, при реализации задач удаленного взаимодействия:

– расширяется зона контроля;
– в состав системы включается комбинация различных программно-аппаратных средств;
– периметр становится неизвестным;
– увеличивается количество точек атаки;
– повышается сложность управления и контроля доступа к системе;
– увеличивается общее количество уязвимых мест;
– усложняется сопровождение всей системы;
– встает вопрос о преемственности модельного ряда средств и систем защиты;
– актуализируется задача широкого применения средств криптозащиты;
– усложняется управление механизмами системы защиты;

– требуется эффективная кооперация усилий большего количества специалистов и руководства для реализации адекватной политики безопасности.

Базовым направлением способствующем решению рассмотренных проблем обеспечения информационной безопасности является интеграция всех средств комплексной системы защиты информации в единый автоматизированный комплекс безопасности (АКБ). Интеграция рассматривается в двух аспектах:

– функциональная, предусматривающая интеграцию различных технологий безопасности;
– системная, предусматривающая решение целого ряда подпроблем:

– максимальное снижение влияния «человеческого фактора» в процессе обнаружения и разрешения той или иной ситуации на объекте защиты;

– автоматизация управления средствами информационной безопасности;
– распределение «интеллекта» в системе информационной безопасности;
– рациональное распределение ресурсов.

При этом, уменьшение влияния поведения пользователя на безопасность должно обеспечиваться прежде всего организационными мероприятиями такими как персональная идентификация сотрудников, доступ только в положенные зоны, специальный временной график посещения той или иной зоны и т.п.

Другое направление минимизации влияния человеческого фактора связано с ограниченными психолого-физиологическими возможностями сотрудников службы информационной безопасности. В этой связи актуальной задачей становится рациональное распределение полномочий сотрудников службы безопасности, а также автоматизация процессов управления системой безопасности.

В общем случае автоматизированная система обеспечения информационной безопасности (АСОИБ) должна предусматривать:

– интуитивно-понятный интерфейс оператора СИБ;
– систему поддержки принятия решений должностных лиц;

– разгрузку администратора безопасности от излишней информации на базе «фильтрации событий»;

– автоматический вывод на экран тревожной зоны и его масштабируемость;
– тотальный учет и архивацию всех событий, происходящих на объекте;
– встроенную систему обучения сотрудников службы информационной безопасности;

– быстрый и удобный поиск сотрудника или посетителя, а также транспортных средств объекта.

Такая система предусматривает интеграцию всех систем безопасности, контроля доступа, охранно-пожарной, видеонаблюдения с системами жизнеобеспечения, энергопитания, управления исполнительными устройствами в единую информационную среду – ЕИП безопасности.

Анализ полученных в результате интеллектуальной обработки разрозненных данных, позволит прогнозировать и предупреждать негативное развитие тех или иных процессов и явлений.

Для объектов, имеющих сложную организационно-штатную структуру очень важен принцип распределения «интеллекта». Этот принцип предусматривает делегирование полномочий по решению задач защиты информации своим структурным подразделениям при соблюдении централизации управления. Такое делегирование полномочий должно базироваться на двух постулатах:

– решение задач обеспечения информационной безопасности возлагается на того, кто владеет большей информацией об обстановке;

– должно быть гарантировано сохранение работоспособности всей системы информационной безопасности при выходе из строя по любым причинам подсистем защиты информации структурных подразделений.

Закономерным является и рациональное распределение ресурсов в интересах решения задач как обработки, так и защиты информации, связанное с тем, что вычислительных ресурсов на все задачи не хватает. Эта задача предполагает реализацию принципов ситуационного управления защищенностью информации. Суть принципа заключается в том, что требуемый уровень безопасности информации устанавливается в соответствии с ситуацией, определяющей соотношение между ценностью перерабатываемой и используемой информации, затратами вычислительных ресурсов, которые необходимы для его достижения, и возможными суммарными потерями – материальными, моральными и др. (ущерб) от искажения и несанкционированного использования информации [8].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Синещук Ю.И., Шпак В.Ф., Доценко С.М, Навойцев С.П. Автоматизация управления силами флота. – Учебник. Петродворец. 2008.
2. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации [утв. Президентом РФ 9.09 2000 г. № Пр-1895].
3. Соловьев И. В. и др. Единое информационно-управляющее пространство ВМФ. От идеи до реализации.. – СПб.: НИКА, 2003.
4. Об информации, информационных технологиях и о защите информации: закон РФ: [принят Гос. Думой 27.07.2006 г. №149-ФЗ].
5. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология систем защиты информации. // Изд-во ТИД «ДС», 2001.
6. Примакин А.И., Синещук Ю.И., Пантиховский О.В., Синещук М.Ю. Правовые аспекты безопасности единого информационного пространства силовых ведомств (МВД, МЧС, МО). // Вестник Санкт-Петербургского университета МВД России, №2 (54). 2012. – С. 234–240.
7. Прокопенко А.Н. Концептуальные вопросы создания единого информационного пространства МВД России. // Общество и право. 2010. – №3. – С. 284–287
8. Доценко С.М., Шпак В.Ф. Комплексная информационная безопасность объекта. От теории к практике. // ООО «Издательство Полигон». 2000.

Шишкин В.М., Савков С.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

АЛГОРИТМ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРОФИЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ РИСКОВ И СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

Введение

Процесс идентификации рисков является неотъемлемой составляющей риск-менеджмента и требует активного использования опыта и знаний экспертов, специализирующихся в различных областях. Основной проблемой при этом является дефицит и разнородность информации о факторах риска - источниках угроз, угрозах и их влиянии на защищаемый объект[1]. В таких условиях, первоочередной задачей является создание методических и технологических условий для максимальной свободы задания исходных оценок, что позволит учесть разнообразие мнений для построения наиболее эффективной системы противодействия угрозам информационной безопасности. В данной статье предлагается алгоритм экспертного оценивания информационных рисков, учитывающий их стохастический характер, а также технологическая реализация этого алгоритма.

1. Проблема неопределенности в риск-анализе

Говоря об экспертном оценивании, мы сталкиваемся с различными видами неопределенности, и основной задачей является ее совместное моделирование. Аналогичная проблема возникает и при выборе наиболее эффективного комплекса средств противодействия угрозам информационной безопасности [2]. Для ее решения используется методика рандомизации оценок факторов с последующим отбором результатов, удовлетворяющих исходным данным.

Наряду с неопределенностью оценок возможна и структурная неопределенность, то есть неполнота знаний о наличии или отсутствии отношений между факторами. С учетом структурной неопределенности, а также согласования мнения нескольких экспертов, задача моделирования факторов риска усложняется, а время рандомизации значительно возрастает [3].

Таким образом, возникает необходимость разработки и программной реализации алгоритма риск-анализа, учитывающего неопределенность экспертных оценок и дефицит информации о факторах риска и воздействии системы защиты информации (СЗИ). К разрабатываемому алгоритму предъявляются следующие требования:

- возможность использования в различных предметных областях;
- учет стохастического характера рисков;
- возможность работы с неполной и гетерогенной информацией о факторах риска;
- возможность работы с многофакторными моделями произвольной сложности.

2. Метамодель оценки рисков и СЗИ

В основу разработанного алгоритма положена метамодель, построенная на противопоставлении «защищаемого объекта» и потенциально враждебной «среды».

Согласно метамодели [4] задается множество факторов риска M_0, на котором определяется бинарное отношение непосредственной причинности ρ_w со свойством транзитивности, к которому можно свести многие связи, имеющие импликативный характер. Отношение ρ_w упорядочивает M_0 и задает на нем структуру, фиксирующую каналы распространения потоков угроз от источников до объекта, отображающихся, в конечном счете, на его состоянии, и порождает квадратную матрицу отношения W_0.

Система защиты, противодействия факторам риска, представима в виде множества элементов S, каждый из которых осуществляет воздействие на элементы из M_0. Между элементами множеств S и M_0 также устанавливается отношение $\rho_s \subset S \times M_0$, формально аналогичное ρ_w, порождающее прямоугольную матрицу R_0.

На рисунке 1 показана иллюстрация данного представления метамодели.

Простейшая количественная интерпретация метамодели позволяет отобразить ее в арифметическую матрицу $W = (w_{ij})$, $\sum_i w_{ij} = 1$, элементы которой можно рассматривать как нормированные весовые коэффициенты в точечном выражении, имеющие смысл меры влияния i-го фактора на j-й.

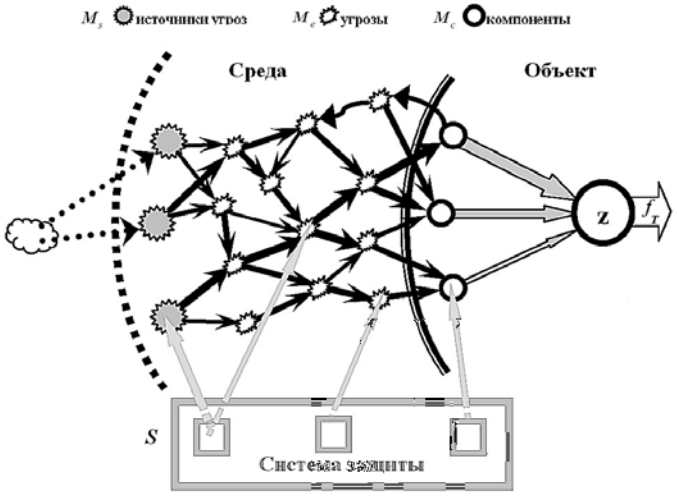


Рис.1. Структурная схема метамодели анализа рисков.

Далее рассчитываются показатели v_{ij}, аналогичные по смыслу w_{ij}, но уже с учетом транзитивности отношения ρ_w. В результате определяется арифметическая матрица V, структурно эквивалентная W.

Последний, всегда не нулевой, z-й столбец v_z матрицы V содержит искомые показатели $\{v_{iz}\}$ влияния любого i-го фактора риска на состояние безопасности объекта, которые согласно нашему определению представляют детерминированный профиль риска. Эти показатели должны

целенаправленно ориентировать создание системы защиты на противодействие наиболее значимым факторам риска.

Для получения количественной оценки результативности системы защиты матрица R_0 также арифметизируется, а соответствующая матрица $R = (r_{kj})$ содержит оценки воздействия k-го элемента системы защиты на j-й фактор риска. Далее рассчитывается показатель r_z отображающий сложное взаимодействие элементов моделируемой системы, факторов риска и средств противодействия, учитывающий трудно предсказуемые мультипликативные эффекты удаленных косвенных влияний и циклических связей, являясь одновременно относительной оценкой изменения интегральной характеристики результирующего потока угроз.

3. Гомогенизация и унификация исходных данных

Информация о каждой оценке w_{ij} и r_{kj} и для арифметизации матриц W_0 и R_0 соответственно, может быть представлена отдельным значением (точка), диапазоном значений (интервал), некоторым распределением вероятностей значений, нечеткой величиной, иной величиной в нечисловых шкалах.

В общем случае, при интервальном оценивании уместно использовать бета-распределение, частным случаем которого является равномерное [5]. Бета-распределение представляет собой двухпараметрическое семейство непрерывных распределений, плотность вероятности которого имеет вид:

$$f(w) = \frac{1}{B(\alpha,\beta)} w^{\alpha-1}(1-w)^{\beta-1} \qquad B(\alpha,\beta) = \int_0^1 t^{\alpha-1}(1-t)^{\beta-1}dt$$

, где – бета-функция.

При $\alpha = \beta = 1$, $f_{ij}(w)$ обращается в стандартное равномерное распределение, которое используется, если изначально известны только границы интервала, на котором распределена случайная величина.

4. Алгоритм построения профиля рисков и СЗИ

Алгоритм получения результирующего множества допустимых векторов состоит из нескольких этапов.

– Генерируется множество случайных векторов на симплексе, распределенных по закону Дирихле, при этом учитываются данные по отдельным факторам, то есть по каждой оси симплекса. Выбор распределения Дирихле обуславливается тем, что оно является обобщением бета-распределения на многомерный случай и позволяет проводить генерацию непосредственно на симплексе.

– Отбираются вектора согласно заданным четким и нечетким отношениям порядка.

– Каждый отобранный вектор записывается в файл результатов.

Поскольку для расчета необходимо выполнение большого количества генераций, алгоритм реализуется в параллельном режиме. Эффективность такого метода будет зависеть от того, насколько равномерно распределена нагрузка между вычислительными ядрами системы при выбранном способе распараллеливания. В простейшем случае, каждый столбец обрабатывается в отдельном потоке.

В результате серии генераций получаем множество случайных реализаций арифметизированной матрицы факторов риска W с нормированными по столбцам весовыми коэффициентами, на каждой из которых по определенному алгоритму с учетом транзитивности отношения выполняется расчет реализации детерминированного профиля риска. В совокупности множество этих реализаций предоставляет псевдостатистику для идентификации параметров стохастического профиля риска анализируемого объекта.

Методически аналогично в той же среде задаются и оцениваются результативность средств противодействия факторам риска, а также значимость рискообразующих объектов физической среды.

В силу независимости элементов матрицы R, генерация векторов происходит в l-мерном пространстве, где l - количество ненулевых r_{kj} в R, а область их допустимых значений также имеет размерность l. В результате вычисляются N случайных реализаций вектора $\tilde{\mathbf{r}}$, j-е элементы которого учитывают взаимодействие всех k-х СЗИ по отношению к j-му фактору риска. Затем согласно алгоритму для точечных значений, используя соответствующие вектора из уже рандомизированной $\tilde{\mathbf{v}}$, множество случайных значений

$$\tilde{r}_z = (\tilde{\mathbf{v}} * \tilde{\mathbf{r}})\tilde{\mathbf{v}}_z ,$$

где $\tilde{\mathbf{v}}$ – промежуточный вектор, образующийся в процессе отображения $W \to V$.

На полученной выборке реализации $\tilde{r}_z$, идентифицируется распределение вероятностей показателей результативности для каждого из вариантов системы защиты.

На основании теоретической модели реализована подсистема оценивания эффективности СЗИ, имеющая в своем составе несколько логических модулей, которые выполняют определенные задачи:

– генерация на основании входных данных заданного количества реализаций матрицы $\tilde{\mathbf{R}}$ для дальнейшей обработки;

– расчет реализаций показателя $\tilde{r}_z$;

– статистическая обработка полученной выборки с идентификацией распределения вероятностей $\tilde{r}_z$ и расчет оценок вариантов СЗИ, образующий их стохастический профиль;

Пример результирующего стохастического профиля показан на рисунке 2. Слева для сравнения приведен точечный профиль риска.

Рис. 2. Представление профиля риска и эффективности СЗИ

Для ранжирования факторов риска по значимости (или комплексов СЗИ по эффективности) можно воспользоваться вероятностью доминирования, определяемой выражением

$$\mathrm{Pd}: P(x \geq y) = \int_0^1 \int_y^1 f_y(y)\, f_x(x) dx dy,\ x, y \in [0,1]$$

.

Зачастую при построении профиля СЗИ возникает ситуация, когда разные комплексы средств защиты имеют близкие по значению оценки. Подобная неопределенность выбора решается заданием дополнительной уточняющей информации и повторным расчетом результирующего профиля. При этом информация уточняется целенаправленно, по тем факторам риска, которые входят в группу неопределенности выбора.

5. Технологическая реализация алгоритма

Программная система, схематически изображенная на рисунке 3, находится в стадии разработки и базируется на аппаратной платформе СПИИРАН. Она включает в себя клиентскую часть, представленную веб-интерфейсом, сервер приложений, сервер баз данных и высокопроизводительный вычислитель, который позволяет вести расчеты в параллельном режиме, что снимает ограничение на размерность моделей, а также значительно ускоряет получение результатов вычисления.

Клиентская часть программы реализована посредством веб-интерфейса, она обеспечивает пользователю возможность ввода, редактирования и отображения данных в различных режимах и с разными правами доступа к моделям. В соответствии с иерархическим принципом выделяются эталонные и пользовательские риск-модели. Эталонные модели доступны для чтения любому пользователю. Редактирование эталонных моделей не допускается. Эталонные модели могут использоваться в качестве шаблонов при подготовке пользовательских риск-моделей.

Каждая модель включает набор факторов, отношения между ними, а также различную информацию об этих отношениях. Пользователь на этапе ввода модели имеет право выбрать наиболее удобный для него способ задания информации, при этом осуществляется контроль ее непротиворечивости. Информация о модели заносится в БД, так что пользователь (группа) в любой момент может возобновить редактирование своей риск-модели.

Сервер приложений исполняет функции посредника между клиентом, БД и вычислителем. На него возложены задачи по гомогенизации данных и подготовке к их отправке на вычислительный

ресурс, инициация вычисления и контроль его состояния, загрузка результатов моделирования и их статистическая обработка, а также представление в удобном для пользователя виде.

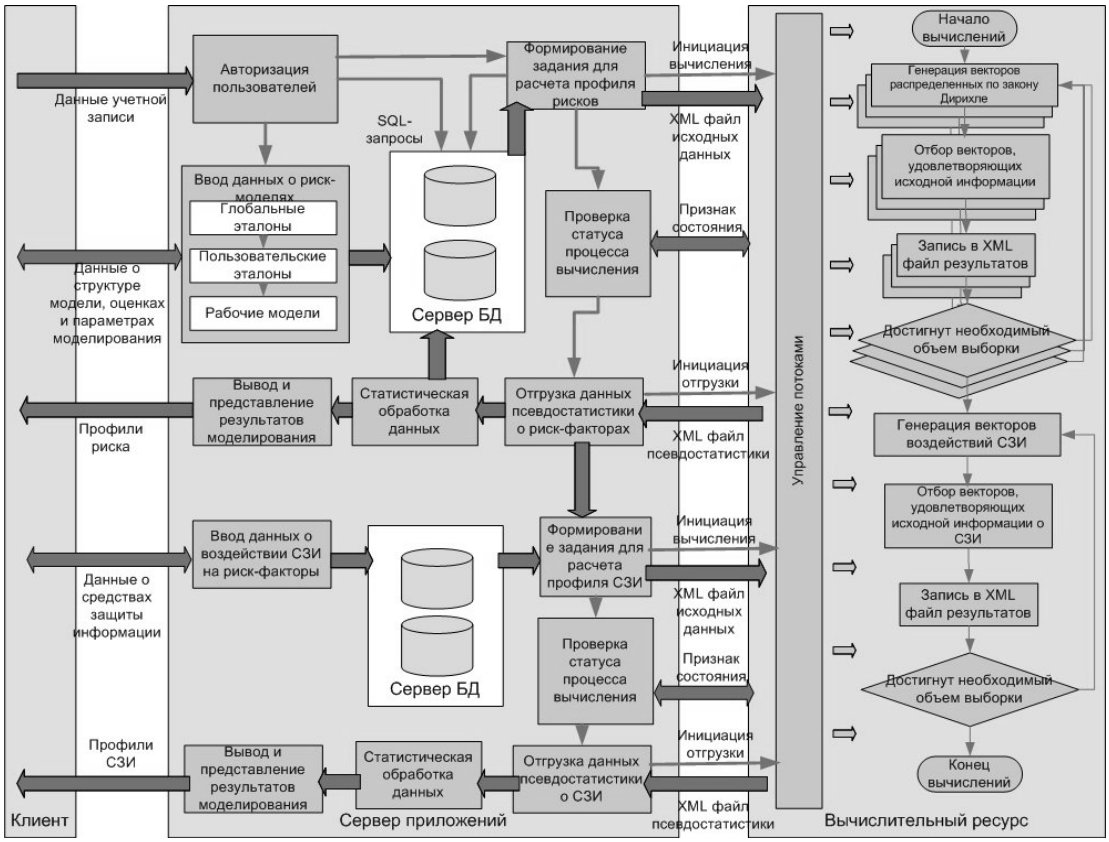


Рис. 3. Архитектура комплекса оценки рисков и эффективности СЗИ

Обмен данных между кластером и сервером приложений осуществляется через текстовые файлы XML формата. При этом на кластер передается информация о параметрах бета-распределения для каждого из заданных отношений, а с кластера загружается файл, содержащий выборку сгенерированных векторов, удовлетворяющих этой информации. Контроль состояния вычисления производится путем периодического опроса кластера не предмет завершения расчетов. Таким образом, во взаимодействии между сервером приложений и кластером все запросы инициируются только сервером приложений и выполняются кластером в режиме пакетной обработки данных и осуществляются по протоколам SSH/SCP [6].

Заключение

Оценка риска и эффективности применения СЗИ до сих пор представляет собой очень неоднозначную проблему в условиях неопределенности и дефицита знаний.

Предложена методика и алгоритм экспертного оценивания информационных рисков и эффективности СЗИ, а также его технологическая реализация, которые позволяют решить данную проблему целенаправленно, рассматривая её как этап управления рисками, ориентируясь на противодействие наиболее значимым их них, и проводя оценивание в условиях неполноты и гетерогенности исходной информации.

Задача усложняется, если к оценке привлекается несколько экспертов (или один эксперт не уверен и считает необходимым выразить разные мнения). В таком случае для одного фактора мы получаем несколько зачастую противоречивых оценок, заданных, возможно, различными способами. Однако и в этом случае задача легко решается в той же алгоритмической среде.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Системный подход. // ТИД «ДС», 2004 г, 992 с.
2. Баутов А. Эффективность защиты информации // Открытые системы. СУБД. 2003. № 7–8. С. 56–60
3. Шишкин В.М. О возможности получения стохастических оценок по неполной гетерогенной информации // Надёжность и качество 2013: труды Международного симпозиума: в 2 т./ под ред. Н.К.Юркова. – Пенза: Изд-во ПГУ, 2013. С. 82–86.
4. Шишкин В.М. Метамодель анализа, оценки и управления безопасностью информационных систем // Проблемы управления информационной безопасностью: Сборник трудов ИСА РАН / Под ред. Д.С.Черешкина. – М.: Едиториал УРСС, 2002. – С. 92–105.
5. Шишкин В.М., Савков С.В. Методика арифметизации неполной гетерогенной исходной информации для идентификации профиля рисков // Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах: / Труды Междунар. научн. школы МА БР–2010 / – СПб.: ГУАП, 2010. – С. 295–300.
6. Шишкин В.М., Савков С.В. Веб-ориентированный комплекс оценки рисков в сложных системах // Труды конгресса по интеллектуальным системам и информационным технологиям «IS&IT'12». Научное издание в 4-х томах. – М.: Физматлит, 2012. - Т. 2. – С. 39–43.

ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Биденко С.И., Яковлева Н.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Для эффективности достижения главной цели деятельности органов внутренних дел (ОВД) – защиты жизни, здоровья, прав и свобод граждан, собственности и интересов общества и государства от преступных и иных противоправных посягательств необходимо информационное обеспечение управленческих функций, связанных, прежде всего, с прогнозированием и планированием, регулированием и координацией, учетом и контролем деятельности подразделений ОВД [1].

Необходимость получения реального представления о пространственном размещении отдельных объектов, от которых зависит оперативная обстановка, с использованием карт или планов инициировало появление геоинформационных систем, которые определяют их создание как ключевое направление развития технологий работы с информацией и говорят – «создание корпоративной геоинформационной системы (электронной карты), которая на новом уровне позволит решать следующие задачи: создание централизованной системы поиска мобильного объекта и сопровождение траектории его движения по электронной карте; графическое представление расстановки сил и средств на территории позволит сократить время прибытия на место происшествия сотрудников полиции». Даже простейшие электронные карты дают возможность облегчить анализ информации о правонарушениях, оперативно принимать меры с учетом особенностей территории, оптимизировать силы и средства, контролировать движение мобильных объектов, направлять патрули и т.д.

Для обработки больших массивов геоинформации служат специальные средства – геоинформационные системы (ГИС) и технологии (ГИТ).

ГИС – это:

– система сбора, хранения, анализа и географической визуализации пространственных (географических) данных и связанной с ними информацией о необходимых объектах.

ГИТ – это:

– набор средств для обработки и различного применения пространственных данных (карты, полевые данные и другие виды информации);

– первичная обработка данных о географических объектах (отбор данных, их группировка, первичная классификация, растеризация и/или векторизация);

– построение моделей представления данных (пространственных и атрибутивных);

– хранение данных;

– транспортирование полученных данных по компьютерным сетям и/или на физических носителях;

– вторичная обработка информации (геоинформационный анализ и картографическое моделирование);

– представление (отображение) результатов;

– использование результатов;

– верификация и коррекция результатов [2].

Геоинформационный метод использования (исследования) (ГМИ) представляет систему приемов и способов преобразования и пространственного анализа ГИ. Включает приемы и способы: определения, описания, графические и графоаналитические приемы, морфо- и картометрии, математико-геоинформационного моделирования, преобразования ГИ, геоструктурного и геопространственного анализа, анализа разновременной и разнолокализованной ГИ (серий ГИ и геоизображений) и др.

Управление территориальными объектами заключается в целенаправленном воздействии со стороны руководителя (ЛПР) и органа управления на подчиненный объект с целью достижения поставленных задач, имеющих наряду с содержательным и территориальное выражение.

Под территориальным объектом (ТО) понимается организационно-технический объект (структурное подразделение ОВД, наземное транспортное средство и т.д.), функционирующий на определенном участке территории Земли или в пространстве относительно земной поверхности.

Особенностями применения ГИТ в деятельности ОВД являются: территориальное расположение, размещение и перемещение подвижных объектов (посты, патрули), зона ответственности, районы и рубежи взаимодействия и разграничения полномочий с другими силовыми и административными структурами, границы досягаемости оружия и технических средств, боевые порядки подразделений при решении специальных задач, районы размещения и концентрации криминальных и террористических угроз, территориальное распределение плотности населения, природные факторы региона, система и порядок управления и т.д.

Процесс управления территориальными объектами ОВД состоит в циклическом выполнении ЛПР и органами управления следующего обобщенного комплекса мероприятий:

1. Получение командной информации (КИ) от вышестоящего органа управления;
2. Получение информации состояния (ИС) (данные обстановки) от подчиненных и подсистем наблюдения и связи;
3. Переработка полученной КИ и ИС в решение;
4. Доведение КИ до объекта управления и контроль ее исполнения.

Обобщенная методика работы ЛПР и органа управления включает следующие этапы управления объектом: 1. Уяснение задачи. 2. Оценка обстановки. 3. Выработка решения (вариантов действий). 4. Планирование. 5. Организация выполнения плана.

На этапе уяснения задачи устанавливаются: цель действий ТО; решаемые задачи; временные ограничения; порядок взаимодействия (связи) с вышестоящей инстанцией; задачи внешних систем и объектов обеспечения и порядок взаимодействия с ними.

Все указанные параметры наряду с описательным содержанием должны иметь территориальное выражение – области, зоны или рубежи, условные пространственные обозначения (знаки), временные отметки на карте или плане. Поставленная задача является основным детерминантом следующего этапа управления – оценки обстановки [3].

Оценка обстановки включает изучение и анализ социальных и природных факторов геосреды, влияющих на решение поставленной задачи и достижение цели, а также определение принципиальной возможности ТО решать поставленные задачи.

Классическая схема выполнения оценки территориальной обстановки включает анализ триады:

а) ТО и силы служебно-боевого обеспечения;

б) правонарушитель (социальные факторы противодействия);

в) среда (район функционирования).

При выполнении частных оценок определяется какие факторы или составляющие обстановки способствуют или препятствуют решению поставленных задач, а также географическое положение областей, в которых ТО может решать поставленные задачи. Из частных оценок вытекает общая – может ли ТО решать поставленные задачи и какова при этом область пространственной локализации и активности ТО. Оценка обстановки включает циклическое выполнение большого количества процедур обработки информации о геоситуации. Это сбор, анализ и отображение данных.

Так как сам ТО и правонарушитель функционируют в определенных районах геосреды, действуют и перемещаются в некотором географическом пространстве (земная поверхность, морская акватория, воздушное пространство), то информация об обстановке имеет координатную привязку к ПЗ, поэтому по определению она является геоинформацией или пространственной (территориальной) информацией. Следовательно, при рассмотрении содержания управления территориальным объектом необходимо учитывать и анализировать пространственные аспекты территориальной активности. Важной особенностью отображения пространственного характера оценки обстановки является необходимость представления объектов и результатов пространственного анализа геоситуации в картографической или другой пространственной форме – в виде территориальных зон, областей, ареалов, зон и рубежей относительно ПЗ.

При выполнении оценки обстановки необходимо учитывать следующие моменты:

1. Критические (опасные) факторы и параметры обстановки требуют своего территориального выделения на карте относительно «нейтральных» факторов.
2. Важным аспектом оценки обстановки является определение влияния ТО (микроуровень управления) на общую геоситуацию.
3. При выполнении оценки обстановки требуется максимум априорной и оперативной информации о внешней геоситуации.

Разница между поставленной задачей и оценкой обстановки является первым приближением замысла на предстоящие действия ТО по достижению установленной цели.

Решение вырабатывается на основе поставленной задачи, выводов из оценки обстановки и рекомендованных способов и приемов действий в типовых ситуациях, содержащихся в руководящих документах и регламентах.

Исходя из оценки обстановки, определяется подходящая типовая функциональная ситуация (эпизод), которая наиболее близка или соответствует реальной геообстановке. Выбранный типовой рекомендованный способ действий корректируется или дорабатывается с учетом конкретной функциональной геоситуации и временных параметров решаемой задачи.

При определении прототипа решения допускается абстрагирование от конкретной геоситуации и осуществляется поиск вариантов действий ТО в топологическом (географически абстрактном, не конкретном) пространстве рекомендаций.

Решение – это то, что надо делать ТО в целом для выполнения поставленной задачи. Решение – это содержательная, пространственно-временная последовательность действий ТО как функциональной точки геопространства при решении поставленной задачи.

Для выполнения принятого решения, которое описывает действия ТО в целом как единой точки геопространства (макроуровень управления), осуществляется детализация решения до микроуровня управления ТО (подсистемы ТО), т.е. планирование. План – это то, как надо функционировать ТО, его структурным подразделениям.

Реализация решения (плана) предусматривает, опять же, управление ТО на двух уровнях представления и детализации:

1) на макроуровне – управление ТО в целом как функциональной точкой геопространства;

2) на микроуровне – управление подсистемами и структурными подразделениями ТО.

Организация выполнения решения (плана) состоит в циклическом доведении до исполнителей КИ, контроле ее исполнения (обработка ИС) и целенаправленном последовательном воздействии на объекты управления (подразделение ОВД, судно, летательный аппарат, наземное транспортное средство и т.д.) при возникновении рассогласования КИ и ИС. При устранении рассогласования КИ и ИС возникают циклические переходы на этапы оценки обстановки и выработки рекомендаций (решения).

Предметная область АСУ территориальными объектами и системами ОВД включает данные об обстановке, командную информацию и другие группы данных. Они составляют фактографическую основу геоинформационных технологий отображения и оценки обстановки, выработки рекомендаций и реализации решения.

Обобщенная ГИТ поддержки управления территориальными объектами и системами включает несколько этапов.

Этап 1. Постановка в пространственной (картографической) форме задачи соответствующим ОВД с учетом ограничений ее территориального выражения.

Этап 2. Обобщенная формализация задачи. Она заключается в построении и идентификации моделей геообъектов и среды, в которой эти объекты функционируют.

Этап 3. Декомпозиция задачи – разбиение исходной общей задачи на подзадачи с учетом выявленных параметров ГО, ГС и природно-социальной среды.

Этап 4. Пространственная декомпозиция задачи с помощью ГИТ преобразования и анализа ГИ, т.е. распределение параметров по пространственной системе и выявление связей между пространственными переменными и содержательными данными. Этот этап составляет существенную специфику геоинформационной поддержки управления. Этапы 3 и 4 осуществляются независимо и параллельно. По завершении этапов 3 и 4 осуществляется объединение их результатов на этапе 5.

Этап 5. Геоинформационное сегментирование. Оценка территории с точки зрения влияния на решение поставленных задач. Деление территории на районы и зоны целесообразной содержательной деятельности.

Этап 6. Выбор информационной системы поддержки управления. В большинстве задач территориального управления такой системой является геоинформационная. Однако в общем случае, при решении несложных задач, не связанных с анализом больших территориальных объектов, можно использовать не только ГИС, но и экспертные системы, базы данных, системы деловой графики. При этом выбор затрагивает не только функциональную сторону, но и программную.

Этап 7. Сбор априорной информации об обстановке (геоинформационные исследования). Он разбивается на несколько процессов.

Этап 8. Сбор исходных пространственных данных или сбор информации об обстановке. Процесс обязателен и специфичен именно для территориального управления. Он обеспечивает не только сбор пространственных данных об объектах управления и геосреды, но и выбор картографической основы (базовой карты, ее проекции, масштаба), которая будет служить для визуализации и анализа статистической и экономической информации. Например, если выбрать в качестве основного крупный масштаб, который характеризуется обилием информации и мелких деталей, возрастает информационная нагрузка на лицо, принимающее решение (ЛПР). Это снижает оперативность принятия решений и приводит к большему числу ошибок. При выборе слишком мелкого масштаба необходимая информация может отсутствовать на карте.

Этап 9. Сбор дополнительной информации к пространственным данным.

Этап 10. Сбор оперативной информации, доопределение своих объектов и «разведкапротивника» (противодействующих систем). Она осуществляется для получения информации, необходимой при построении и идентификации моделей среды, своих «сил» (объектов) и недружественного (конкурирующего) социума, и последующего принятия решений.

Этап 11. Сбор, если это возможно, прямых или первичных данных о своих объектах, объектах «противника» и среде (ДДЗ, полевые исследования, оперативная информация от системы наблюдения).

Этап 12. Сбор косвенных или вторичных данных для получения на их основе необходимой информации. Выполняется при отсутствии прямых данных о «противнике» или окружающей среде.

Этап 13. Обобщение данных. Результаты информационной разведки анализируются, обобщаются, проверяются на непротиворечивость, актуальность и достоверность. Последнее является обязательной процедурой, так как в ходе информационной разведки можно получить дезинформацию, которая, как известно, является одним из способов защиты истинной информации.

Этап 14. Интеграция данных. После сбора пространственных данных и всех сопутствующих (последние в геоинформатике называют атрибутивными) необходимо интегрировать все собранные данные в единую систему, в единую информационную основу. Это дает возможность их комплексного анализа и сопоставления разных видов информации по единым критериям.

Этап 15. Анализ данных с применением разнообразных методов и систем. Исследование геоситуации и выделение факторов: способствующих и препятствующих решению задачи; независимых факторы, на которые невозможно воздействовать в рамках системы управления; изменяемых факторов, которые можно изменить, применяя управляющие решения.

Этап 16. Формирование наборов пространственных альтернатив для поддержки принятия решений. Геоинформационная СППР должна содержать базу данных, включающую в себя набор типовых методов принятия решений для так называемых регламентных (известных) ситуаций.

Этап 17. Визуализация сформированных альтернатив для их представления и последующего анализа. Оперативность поддержки принятия решений и принятия решений повышается благодаря визуальному представлению и интерпретации аналитической и статистической информации.

Этап 18. Принятие решения. Выбор пространственно-содержательной альтернативы.

Этап 19. Разработка пространственно-содержательного плана реализации решения.

Этап 20. Контроль исполнения плана. Визуализация плана на ЭК. Сравнение пространственной командной информации и территориальной информации состояния [3,4].

Применительно к функционированию ОВД адаптация обобщенных ГИТ поддержки управления требует:

а) доработки концептуальных представлений геопространства ОВД – доопределения объектов пространства ОВД (органы управления, подчиненные подразделения, элементы обстановки, силы и средства ОВД, технические средства, объекты связи)и отношений (пространственных и содержательных) и операций над ними (расположение, взаимодействие, подчинение, соседство, примыкание, перемещение);

б) формирования категорий управления применительно к деятельности ОВД:

– геопространство (ГП) ОВД – это конкретное пространство предметов и явлений правоохранительных органов, их связей и отношений, представляющее физическое (или евклидово) пространство (содержащее, в том числе, и поверхность Земли), отображающее (характеризующее) собственное пространство предметов и явлений, и многомерное пространство признаков предметов и явлений (содержательных характеристик, атрибутов ОВД);

– территориально-содержательная задача– поставленная вышестоящей инстанцией и имеющая территориальное выражение (интерпретацию) целевая установка (рубеж, район, объект воздействия и т.д.), которую необходимо реализовать управляемому функциональному органу ОВД;

– пространственная обстановка – привязанная к определенному региону геосистема природных и антропогенных (социальных) факторов, их расположение, состояние и взаимосвязи, оказывающая влияние на функционированиесубъектов территориальной активности;

в) разработки этапов ГИТ поддержки управления ОВД;

– оценка обстановки – определение и территориальное представление соответствия (соотношения) остановки (информации состояния (ИС)) поставленной задаче (командная информация (КИ)), а также факторов, способствующих или препятствующих решению поставленной задачи (преодолению несоответствия КИ и ИС);

– выработка вариантов решения – выраженный в территориальной форме обобщенный способ решения геообъектом поставленной задачи в конкретной геообстановке. Решение – это то, что нужно сделать функциональномугеообъекту;

– планирование – отображение решения в пространственно-временную последовательность действий (операций) на макро-уровне представления (управления). План – детализированная совокупность имеющих территориальное представление мероприятий и действий ГО в целом (макро-уровень представления), приводящих к выполнению принятого решения. План – это как ГО, как единая точка пространства выполняет решение. План – это информация состояния для ГО по отношению к вышестоящей инстанции;

– реализация решения (плана, геокибернетической технологии) – циклическое выполнение процедур доведения команд до исполнителей, соотнесения ГИ прямой и обратной связи и устранения рассогласования командной информации и пространственной информации состояния объектов ОВД.

Таким образом, применение ГИС в деятельности ОВД позволяет повысить эффективность борьбы с противоправными деяниями – создает условия для решения вопросов в ряде принципиально важных направлений:– какие объекты находятся на контролируемой ОВД территории, где находятся искомые объекты для выполнения служебно-боевых задач, – графическое представление расстановки сил и средств на территории для сокращения время прибытия на место происшествия сотрудников полиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О полиции :[Федеральный закон: принят Гос. Думой 7 февраля 2011 г. № 3-ФЗ] // Российская газета от 08.02.2011.
2. Биденко, С. И., Самотонин, Д. Н., Яшин, А. И. Геоинформационные модели и методы поддержки управления. – СПб.: Изд-во ФВУ ПВО, 2003. – 224 с.
3. Биденко, С. И., Яковлева, Н. А. Методика обработки геоинформации на ЭВМ // Межвузовский сборник научных трудов. Вып. 14. – СПб: Изд-во ГМА, 2008. – С. 101–106.
4. Яковлева, Н. А. Моделирование геоситуации в территориальной системе управления // Труды научно-технической конференции ГМА им. адм. С.О. Макарова,.– СПб: Изд-во ГМА, 2009. – С. 213–215.

ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИНАНСОВО-КРЕДИТНОЙ СФЕРЫ И БИЗНЕСА

Гейда А.С., Лысенко И.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ИМИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Введение

При использовании систем, общей отличительной особенностью которых является наличие в их составе взаимодействующих, обменивающихся результатами деятельности людей и используемых при этом объектов деятельности, возникает необходимость решения комплекса задач анализа и синтеза таких, экономических, систем и реализуемых ими бизнес-процессов. Часть рассматриваемых задач, связанная с прогнозным оцениванием операционных свойств экономических систем, получила название задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования (ПСЭФ). Решение этих задач целесообразно автоматизировать на основе применения современных информационных технологий (ИТ). В частности, на автоматизацию решения таких задач направлены разрабатываемые в настоящее время информационно-аналитические технологии адаптивного исследования бизнеса («Adaptive Business Intelligence», ABI). Однако указанные технологии пока не в полной мере позволяют автоматизировать разработку прогнозных аналитических моделей и соответствующих им методов, позволяющих исследовать комплекс операционных свойств экономических систем. Это вызывает актуальность разработки новых моделей и методов, позволяющих решать рассматриваемые задачи с опорой на новые информационно-аналитические технологии.

Для исследования ПСЭФ на практике оказывается необходимым разработать концепцию, а затем и методологию синтетического моделирования соответствующих задач.

Синтетическое моделирование задач исследования ПСЭФ – процесс определения и преобразования синтетических моделей задачи так, чтобы в конечном итоге было бы получено решение задачи исследования ПСЭФ.

Синтетическая модель задачи – модель задачи, полученная путем рекуррентного определения отношений на частях и элементах моделей, описывающих различные аспекты вопроса задачи. К таким частям модели задачи, описывающим различные аспекты вопроса задачи, относятся исходные сведения, модель объекта исследований, модели возможных решений, модели показателя, ограничений. Основу для разработки синтетических моделей задачи составляют синтетические вербальные модели задачи – модели задачи на естественном языке, описанные так, чтобы были определены последовательность создания моделей, отношения между моделями, вопрос задачи с использованием разработанных моделей и схема использования моделей для получения ответа на вопрос задачи. С использованием синтетических вербальных моделей получают математические и затем, алгоритмические и синтетические модели задач, позволяющие получать решение задач на основе использования информационно-аналитических технологий. Основа для применения методологии решения задач – типовая вербальная синтетическая модель задачи исследования ПСЭФ.

Для реализации синтетического моделирования предложено использовать расширение понятия о графах – эшграф, отличающееся от традиционных графов и гиперграфов тем, что эшграф описывается с использованием синтетического отношения, объединяющего в комплекс всевозможные отношения.

Эшграфом E над базисным множеством Ξ_n будем называть пару (Ξ_n, A), в которой: $\Xi_n \equiv \{\xi_1, ..., \xi_n\}$, $n \in \overline{1, N}$; $\xi_i - i-$е базисное множество объектов, $1 \le i \le n$; A – множество объектов, построенных из Ξ_n, определяемое следующим образом: $\mathrm{A} \equiv s_1 \circ s_1 \circ ... \circ s_r(\Xi_n)$, где $\circ$ – знак суперпозиции отображений, $s_j - j$ – е отображение множества объектов, $j \in \overline{1, r}$, $r \ge 1$:

$$s_j \in \{\mathbf{s}^p : p = \overline{1,5}\};\ \mathbf{s}^p = \{q^{i_p} \circ o^p \circ f^{k_p}, i_p \in I_p, k_p \in K_p\}, p \in \overline{1,5};$$

где $s_j -$ комплексное отображение, состоящее в последовательном выполнении трех отображений – одного из начальных отображений $q^{i_p},\ i_p \in \overline{1,I_p},\ p \in \overline{1,7}$, одного (из семи основных) отображений o^p, одного из завершающего f^{k_p} отображения. Соответственно, индексы частных отображений определяются индексом комплексного отображения: $i_p = h(j),\ k_p = w(j)$. Начальное отображение $q^{i_p} \in q^p$ состоит в определении множеств – операндов d_j^p, таких, что d_j^p имеют требуемые (для основных отображений s_j) свойства. Начальное отображение сопоставляет множество d_j^p заданному (в результате выполнения s_{j-1}) множеству r_{j-1} – результанту s_{j-1}: $q_j^{i_p} : r_{j-1} \to d_j^p$. Основное отображение o^i – одна из базовых операций – получение декартова произведения (o^1), получение множества-степени (o^2), объединение множеств (o^3), пересечение множеств (o^4), получение подмножества (o^5), создание элементов – копий (o^6), или операция o^7 – тождественное преобразование, применяется к d_j^p, а в результате его применения получают множество e_j^p, $o^p : d_j^p \to e_j^p$. Завершающее отображение $f_j^{k_p}$ состоит в определении множества – результанта s_j по e_j^p: $f_j^{k_p} : (e_j^p) \to r_j$.

Определение проиллюстрировано диаграммой отображений (рисунок 1). На рисунке 2 приведен пример эшграфа. В этом примере: $n = 1$;

$\xi_1 = \{v_1, v_2, ..., v_{11}\}$; $v_i - i$-я вершина графа, $i = \overline{1,11}$; $\Xi_1 = \{\xi_1\}$;

$\mathrm{A} = f_5 \circ f_2 \circ f_1(\Xi_1) = \{a_1, a_2, a_3\}$, где $a_1 = \{(v_1, v_3), (v_2, v_4)\}$,

$a_2 = \{(v_3, v_5), (v_4, v_6), (v_4, v_7)\}$, $a_3 = \{(v_5, v_8), (v_6, v_9), (v_7, v_{11})\}$.

Поскольку использованные операции – операции на множествах, они могут быть представлены в виде итеративных или рекурсивных последовательностей операций с подмножествами исходных множеств и с элементами множеств. В результате, исходная диаграмма может быть разделена на совокупность связанных диаграмм. С другой стороны, последовательности комплексных отображений s_j тоже могут образовывать комплексы преобразований. Отображение q_j^i может использоваться, в частности, для определения частей эшграфа, к которым целесообразно применять те или иные операции.

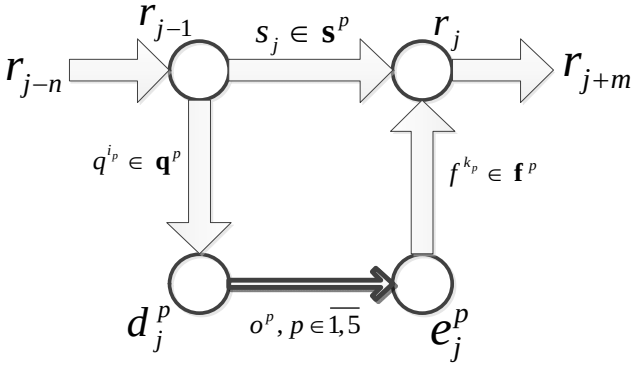


Рис. 3. Диаграмма комплекса отображений при фиксированном o^p

Отображения вида s_j будем называть теоретико-множественными преобразованиями множеств. Совокупность таких преобразований задает синтетическое отношение на (базовых) множествах. Эшграф может быть определен, как совокупность базовых множеств и результатов каких-либо последовательностей теоретико-множественных преобразований с этими базовыми множествами, т.е. – базовые множества с заданным на них синтетическим отношением. Так, граф и цепочки его трансформаций – эшграф. Символы алфавита и результаты цепочек трансформаций с ними – совокупности предложений некоторого языка – эшграф. Введено понятие о синтетическом нечетком отношении и на его основе – введено понятие о нечетком эшграфе.

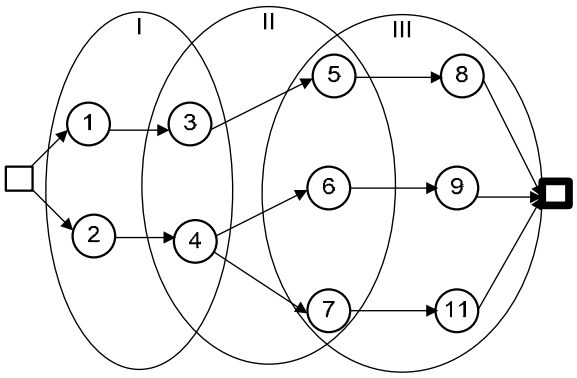


Рис. 4. Пример геометрического эшграфа

Нечеткий эшграф задается над четкими базовыми множествами, путем последовательного определения нечетких подмножеств множеств, образованных путем применения теоретико-множественных операций. При этом четкими оказываются и операции взятия декартиана и множеств степени, поскольку они реализуются не на нечетких подмножествах а на множествах – носителях. Понятие о нечетком эшграфе основывается на расширении понятия о нечетком отношении.

Для описания сценариев моделирования на основе эшграфов используются М-графы эшграфов, введено понятие М-Эшграфов и описано их использование при синтетическом моделировании в задачах исследования потенциала систем реализации целевых программ. Пример эшграфа с операциями зуммирования на нем, реализуемыми для визуализации частей эшграфа (рисунок 3) и соответствующий М-граф этого эшграфа (рисунок 4) приведены ниже.

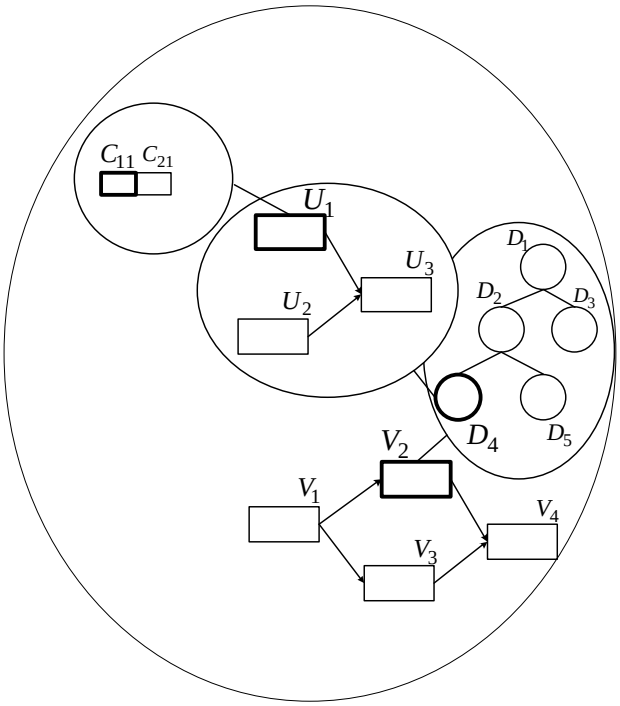


Рис. 3. Пример визуализации фрагмента эшграфа E с использованием операций зуммирования его элементов

Эшграф с операциями зуммирования на нем позволяет формализовать введенное ранее понятие о RASOR– схемах. Для этого, а также для описания действий с эшграфами, где необходима систематизация схем построения дуг эшграфов, оказалось необходимым ввести, кроме М-графа, понятие об ассоциированных частях эшграфа. Частью e эшграфа E будем называть любой элемент множеств, строящихся при построении эшграфа, такой, что этот элемент множества был построен при определении эшграфа либо был задан, как элемент базового множества. То, что e – часть эшграфа E будем обозначать $e \underset{\rightarrow}{\in} \mathrm{E}$.

Ассоциированной с элементом $c \in \mathrm{C}$ множества C частью (дугой или элементом) $e \underset{\rightarrow}{\in} \mathrm{E}$ эшграфа E будем называть такую часть $e \in \mathbf{e} = \{e_i\}$ из множества $\mathbf{e}$ частей эшграфа E, что существует $(c, e) \in (\mathrm{C} \times \mathbf{e})$. Если $c \in \mathrm{C}$ ассоциирована с частью $e \underset{\rightarrow}{\in} \mathrm{E}$, будем обозначать это $c \leftrightarrow e$.

Отношение вида $(\mathrm{C}\times\mathbf{e})$ назовем отношением ассоциации. Можно показать, что, если во множестве C есть элементы, ассоциированные с какими-либо частями эшграфа E, то эшграф E и множество таких элементов $c\in\mathrm{C}$, что $c\leftrightarrow e$ образуют новый эшграф E', такой, что $\mathrm{E}\underset{\rightarrow}{\in}\mathrm{E}'$.

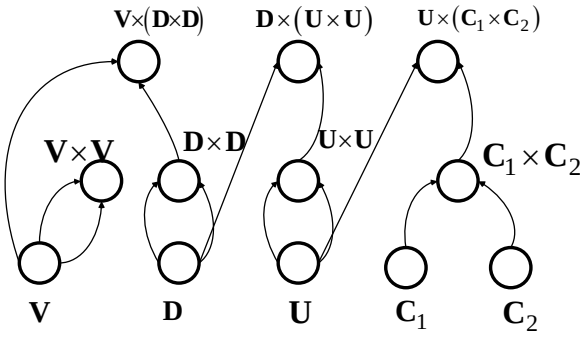


Рис. 4. М-граф эшграфа Е

Ординарным М-графом $\mathrm{M}=<\mathrm{V}^{\mathcal{M}}=\mathrm{V}^{\mathcal{M}}(\mathrm{E}),\mathrm{A}^{\mathcal{M}}=\mathrm{A}^{\mathcal{M}}(\mathrm{E})>;\ a_k\in\mathrm{V}^{\mathcal{M}}\times\mathrm{V}^{\mathcal{M}};\ \mathrm{A}^{\mathcal{M}}=\{a_k,k\in\overline{1,K}\}$ эшграфа E будем называть ориентированный бесконтурный мультиграф, в котором вершины $v_s\in V^{\mathcal{M}}\ \ v_s\leftrightarrow e_s, e_s\underset{\rightarrow}{\in}\mathrm{E}$ ассоциированы с частями эшграфа E, а дуги $a_k\in\mathrm{A}^{\mathcal{M}}$ ассоциированы с парами $a_k\leftrightarrow(e_{k.1},e_{k.2})$ частей эшграфа $e_{k.1}\in\mathrm{E},\ e_{k.2}\in\mathrm{E}$, входящих в операции порождения в качестве операнда (операнд $e_{k.1}$ ассоциирован с первой вершиной дуги $a_k\in\mathrm{A}^{\mathcal{M}}$) и результанта (результант $e_{k.2}$ ассоциирован со второй частью дуги $a_k\in\mathrm{A}^{\mathcal{M}}$). При этом $\mathrm{A}^{\mathcal{M}}$ – мультимножество.

Введенные понятия позволяют выполнить нумерацию эшграфов и автоматизировать их использование в качестве моделей при синтетическом моделировании в задачах исследования потенциала систем реализации целевых программ. Авторами предложены математические модели показателей операционных свойств систем и процессов их функционирования на основе эшграфов [1,2].

Синтетическое моделирование реализует принцип погружения частей задачи во взаимосвязанный комплекс частей других задач. Принцип погружения состоит в том, что исследуемые системы, их части, функционирование, их модели, модели целей и условий их достижения (погружаемые части) необходимо рассматривать в процессе исследования в отношениях с другими (окружающими) объектами, их моделями. Эти, окружающие объекты могут быть использованы на том или ином этапе исследования для синтетического описания – как желаемого, так и возможного будущего, в результате деятельности с исследуемой системой реализации целевых программ.

Такое моделирование должно позволить переходить от синтетической концептуальной модели задачи к синтетическим математическим моделям задачи автоматизировано и тем самым, упростить решение задач. Реализовать такое моделирования планируется в системах класса ABI.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гейда А.С. Моделирование при исследовании технических систем: использование некоторых расширений теории графов //Труды СПИИРАН.–2011. Вып.17. С. 234–245.
2. Гейда А.С., Лысенко И.В., Сила Е.П. Задачи исследования качества и потенциала систем реализации целевых программ // Информационно-управляющие системы, СПб, №4, 2011. С. 77–83.

Гейда А.С., Силла Е.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

КОНЦЕПТЫ И ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ИМИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ РИСКА

Введение

Исследуются системы, включающие в свой состав комплексы взаимодействующих, обменивающихся результатами деятельности людей и используемых при этом комплексов объектов деятельности. Оценивать такие системы целесообразно по прогнозируемому соответствию измеримых, наблюдаемых в проявлениях на практике характеристик операционных свойств таких систем требованиям к ним. Вскрыта проблема оценивания комплексных операционных свойств экономических систем и реализуемых ими бизнес-процессов. Введены понятия о потенциале систем, эффективности их функционирования, о риске при их функционировании (ПСЭФР). Сформулированы

основные концепты и принципы исследования ПСЭФР. Определены задачи исследования ПСЭФР, рассмотрены их особенности.

При использовании экономических систем исследователь сталкивается с необходимостью прогнозного оценивания операционных (тех, которые получают в результате деятельности) характеристик в различных условиях, при актуализации разных целей. Для этого необходимо оценить комплексное операционное свойство системы – ее потенциал – свойство, характеризующее приспособленность функционирования системы оценить эффективность процессов функционирования системы, для того, чтобы затем, на основе полученных результатов:

1. Решать задачи анализа ПСЭФР, т.е. задачи прогнозного исследования потенциала систем, эффективности их функционирования, риска при их функционировании, в зависимости от характеристик этих систем; 2. Решать задачи синтеза ПСЭФР, т.е. задачи выбора таких характеристик систем и процессов их функционирования из множества возможных характеристик, которые обеспечивали бы наилучшие значения показателей ПСЭФР. Задачи анализа и синтеза ПСЭФР образуют в своей совокупности задачи исследования ПСЭФР. К сожалению, необходимых для успешного решения задач исследования ПСЭФР концепции и методологии еще не создано – в частности, в связи с тем, что свойство потенциала систем введено и исследуется не так давно. Поэтому возникает необходимость разработки концептуальных и методологических основ решения задач исследования ПСЭФР.

Цель работы – разработать такие концепты и принципы решения задач исследования ПСЭФР, которые позволяли бы выполнить постановку широкого спектра задач исследования ПСЭФР, а затем позволяли бы переходить к моделированию для решения задач исследования ПСЭФР и к их решению. Для достижения этой цели выполнена концептуализация исследования ПСЭФР, предложены необходимые концепты решения задач. Предложены основные принципы исследования при исследовании ПСЭФР – принцип комплексности и принцип погружения. Они в различных формах применяется на всех этапах решения задач, для получения частных принципов решения задач исследования ПСЭФР.

Принцип комплексности состоит в том, что экономические системы, процессы их функционирования должны рассматриваться, как комплексы, образованные своими частями, которые тоже могут быть комплексами. Кроме того, и решаемые задачи (вопросы об экономических системах и процессах их функционирования) следует систематически представлять в виде комплексов из моделей объектов исследования, объединенных отношениями так, чтобы был полно описан вопрос задачи.

Принцип погружения состоит в том, что экономические системы и процессы их функционирования реализуются в среде, и их части связаны разнообразными отношениями (погружены) в среду, как комплекс частей среды. Эти, окружающие объекты могут быть использованы на том или ином этапе исследования для синтетического описания – как желаемого, так и возможного будущего, в результате деятельности с исследуемой системой. В частности, при решении задач исследования ПСЭФР принцип погружения состоит в том, что модели образующие модель задачи, должны рассматриваться в их отношениях с моделями объектов, находящимися в среде и использовать их, если это возможно.

Рассмотрим основные концепты решения задач исследования ПСЭФР.

Потенциал системы – свойство системы, характеризующее ее приспособленность к функционированию для достижения возможных целей. Операционные свойства систем – свойства систем, характеризующие деятельность с ними и ее результаты.

Мероприятие – предметно-преобразующее действие, направленное на получение результатов, способствующих достижению цели деятельности.

Состояние объекта – совокупность значений показателей свойств этого объекта, исследуемая в заданный момент времени. Ресурсы – запасы чего-либо.

Синтетическое операционное свойство объекта – такое его свойство, которое характеризует деятельность с этим объектом синтетически.

Эффективность процесса функционирования системы (ПФС) – свойство ПФС, характеризующее его приспособленность к достижению заданной цели.

Риск – возможность неблагоприятных событий. Рискованность – (неблагоприятное) операционное свойство, характеризующее возможность проявления неблагоприятных результатов при реализации заданной деятельности.

Безопасность ПФС – свойство ПФС, характеризующее приспособленность ПФС к проявлению опасных результатов не более допустимых. Опасный результат – тот результат, который наносит вред здоровью (или жизни) людей.

Оперативность ПФС характеризует приспособленность ПФС к получению требуемых целевых эффектов к требуемому моменту времени.

Результативность ПФС характеризует приспособленность ПФС давать целевой эффект не хуже требуемого.

Ресурсоемкость ПФС характеризует приспособленность ПФС к расходованию, для получения требуемых целевых эффектов, величин ресурсов не более требуемых.

Информационная обеспеченность ПФС характеризует приспособленность ПФС к использованию, для получения требуемых результатов, имеющихся в наличии сведений не более требуемых.

Принципы решения задач исследования потенциала основаны на систематическом применении двух основных принципов исследования – принципа погружения и принципа синтетичности при прогнозном исследовании ПСЭФР. Для решения задач исследования потенциала необходимо использовать такие показатели потенциала, которые основаны на понятии комплексного отношения между системой и средой и меры на этом отношении. Под комплексным отношением понимается такое отношение, которое может задаваться не только на элементах, но и на различных комплексах отношений и элементов. Для того, чтобы разработать а затем и использовать такие показатели разработан ряд частных принципов исследования потенциала, описывающих оценивание показателей потенциала и последующее использование этих показателей для решения задач. Например, предлагается реализовать совместное применение принципа погружения и принципа комплексности путем создания новых, комплексных моделей задач на основе присоединения к уже построенным моделям задач новых и изменённых частей – с использованием унифицированных методов построения моделей, а также и других известных моделей, в которые погружена уже имеющаяся модель исследуемой задачи. В результате сформулирован принцип комплексного моделирования решаемых задач. Этот принцип состоит в том, что решение задач исследования потенциала систем целесообразно представить, как процесс последовательного синтеза комплекса моделей задач на основе присоединения к ним – с использованием унифицированных методов построения моделей – требуемых для решения задачи моделей, в том числе тех, в которые погружена уже имеющаяся модель исследуемой задачи. Этот принцип позволяет представить решение задачи в виде процесса «роста» модели. Рост понимается в том смысле, что модель последовательно увеличивает число своих частей и отношений между ними – «вырастает» из имеющейся синтетической концептуальной модели. Такой рост реализуется путем систематического определения новых моделей на основе существующих и последующего их связывания отношениями с имеющимися частями других, связываемых частей моделей. Эти, связываемые части, могут находиться как в уже построенной модели, так и за ее границами и могут не только связываться с уже имеющимися частями, но и тиражироваться с последующим связыванием в новые части. Тиражирование, при этом, может носить характер получения новых элементов множества на основе уже имеющихся, с уточнением тех или иных их особенностей, что описывается методами моделирования. Аналогичным образом разработаны и другие принципы решения задач исследования ПСЭФР. Разработанные концепты и принципы позволили перейти к обоснованию концептуальной схемы (КС) исследования потенциала ПСЭФР. Она представлена, как реализация КС исследования комплексных операционных свойств ПСЭФР.

КС исследования комплексных операционных свойств ПСЭФР определена путем схематизации последовательностей действий с концептами на основе предложенных принципов. Концептуальная схема исследований может записываться в текстовом виде или с использованием диаграмм. Такая схема была условно названа схемой RASOR, от начальных букв английских слов Requirements, Attributes, Subjects, Objects, Relations (Требования, Характеристики, Субъекты, Объекты, Отношения). Диаграммное представление схемы реализуется на основе графического представления в виде RASOR– диаграмм. Фигуры диаграмм передают комплексные отношения, образованные различными способами на исходных сведениях. Элементы фигур ассоциированы с объединяемыми сведениями, а сами фигуры – с отношениями на них. Синтетическое объединение реализуется до тех пор, пока не будут получены диаграммы, с использованием которых рассчитываются показатели синтетических операционных свойств, и в частности, потенциала систем. Реализуется синтетическое объединение как элементов системы и процессов их функционирования (основаны на объединении отношениями частей диаграмм, образованных на основе элементов «характеристики» и «объекты»), так и элементов среды, действий с ними (основаны на объединении отношениями частей диаграмм, образованных на основе элементов «требования» и «субъекты»). В соответствии с предложенной КС, модель показателя синтетических операционных свойств и есть то, что объединяет в комплексное целое модели системы и среды.

Показано, что показатели операционных свойств, в соответствии с предложенной КС, должны определяться на основе описания аспектов синтетического отношения деятельности между элементами деятельности, а затем и отношения соответствия с идеальным представлениям о желаемом будущем. В качестве значений показателей комплексных операционных свойств целесообразно использовать меру, заданную на отношении соответствия результатов деятельности ее целям, то есть – на границе функционирующей системы и среды. Для этого введено неформальное описание графа соответствия результатов целям, являющееся основой для определения нового теоретико-графового понятия эшграфа. Рассмотрены примеры использования предложенной концептуальной схемы и диаграмм для определения показателей ряда операционных

свойств и иллюстрации особенностей определения показателей таких свойств. Так, с использованием разработанной КС определены аналоги понятий «performance», «efficacy», «efficiency», «capabilities», «effectiveness», а затем на основе той же КС определен ряд других показателей операционных свойств и приведены иллюстрации с использованием предлагаемой диаграммной техники отображения синтетических отношений соответствия разного вида в виде диаграмм остовных деревьев синтетических отношений, помеченных числовыми характеристиками эффектов. Показано, что в случае, если эффекты определены на отрезках множеств действительных чисел, а отношение соответствия – отношение порядка, дуги диаграмм могут быть изображены векторами в пространстве, а соответствие принимает вид попадания вектора в заданную область. Метод формирования показателей операционных свойств систем и процессов их функционирования на основе разработанной КС назван комплексным методом формирования показателей операционных свойств.

Например, эффектность («efficacy») формализуется, как свойство, характеризующее отношение между прогнозируемыми, в соответствии с планом функционирования основными полезными результатами – «целевыми» эффектами. Характеристика этого отношения, например, значение функции принадлежности нечеткого отношения, может выступать в качестве показателя свойства. Понятие случайного отношения введено Розенфельдом и представляет собой расширение понятия об обычном отношении в том смысле, что на парах из декартова произведения элементов множеств, задающих отношение, задана функция принадлежности пары отношению. Отношение изображается в виде дуг диаграммы – точек графика отношения, а взаимное расположение и форма дуг (точек графика отношения), определяются исходя из содержания эффектов. Так, если отношение тернарное или бинарное, а эффекты – действительные числа, то дуги такого отношения могут быть расположены в пространстве, как точки пространства. Дуги синтетического отношения могут содержать другие дуги – например, задающие функциональные зависимости для расчета значений эффектов. Для изображения отношений могут использоваться проекции синтетического отношения в традиционные диаграммы.

Операционная функция, операционный функционал (примерно эквивалентны понятию «efficiency») формализуется, как свойство, характеризующее отношение между основными и обеспечивающими результатами (аналогично операционным функциям, производственным функциям) и отношение между эффектами операции (аналогично операционному функционалу).

Эффективность («effectivity, effectiveness») формализуется, как свойство, характеризующее отношение приспособленности прогнозируемого результата функционирования к достижению требуемых, в соответствии с заданной целью, результатов. В модель эффективности включены модели операционного функционала и результативности, а также оперативности, ресурсоемкости, информационной обеспеченности, рискованности.

Множество потенциальных состояний («capabilities») системы, формализуется, как отношение (эквивалентности), заданное на дугах (возможных точках графика) операционного функционала в разных условиях, при достижении разных целей функционирования системы. Мера соответствия потенциальных состояний требованиям к ним в разных условиях используется в качестве основы для разработки показателя синтетических операционных свойств – потенциала системы.

Отношение соответствия следует отличать от операционного отношения. Операционное отношение – совокупность отношений, складывающихся между элементами, частями системы и среды при функционировании системы для достижения различных целей. Это отношение характеризуется тем, что для его описания необходимо синтетическое объединение разного вида отношений между элементами, между их характеристиками при реализации деятельности, таких, что эти отношения и характеристики описывали бы преобразования вещества и энергии в процессе деятельности.

В качестве скалярного показателя потенциала системы будем использовать функцию потенциала системы — меру возможности успешного достижения любой из целей с учетом возможности ее актуализации.

Ниже на рисунке 1 приведен пример фрагмента RASOR-диаграммы, иллюстрирующей КС оценивания потенциала экономической системы и эффективности ее функционирования.

В примере отношения между четырьмя целями определены так, что события, состоящие в актуализации целей (p_1, p_2, p_3, p_4) соответственно — группа несовместных событий.

Поэтому, функция потенциала системы Ψ примет вид вероятностной смеси показателей эффективности, $\psi \stackrel{d}{=} \sum_{j=1}^{4} p_j \cdot W_j$, каждый из которых соответствует одному из лучей диаграммы в левой части рисунка 1. Один из таких лучей (второй) раскрыт в центральной и правой частях схемы.

Векторный показатель потенциала системы примет вид $\Psi_{<4>} \stackrel{d}{=} \left\langle (p_j, W_j), j = \overline{1,4} \right\rangle$.

Вектора и требования к ним, определенные в примере на расширенных графах и на подмножествах действительной оси, определяются на основе моделей для расчета эффектов, которые, в свою очередь, входят в соответствующую комплексную модель задачи исследования потенциала системы.

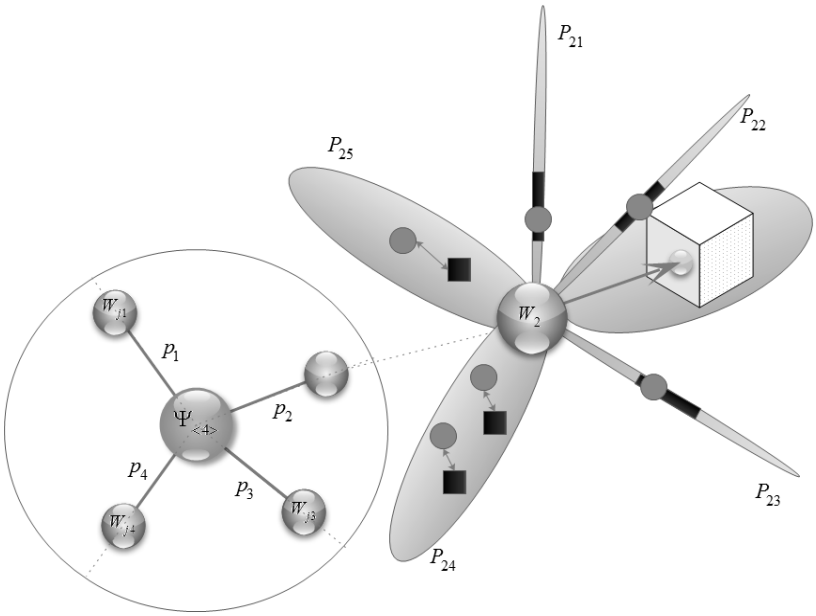


Рис. 1 RASOR – диаграмма оценивания потенциала системы и эффективности ее функционирования

Часть векторов и требований к ним определены в примере на подмножествах действительной оси (правая часть схемы, описанная с использованием числовых осей). В случае, когда эффекты заданы на числовых осях, соответствие может быть передано с использованием синтетического отношения вида «попадание вектора в заданную область» (рисунок 1, правая верхняя часть).

Заданная область изображена кубом. В том случае, когда эффекты имеют нечисловой вид или ограничивающие отношения между ними имеют вид, отличный от отношения порядка (рисунок 1, средняя часть), целесообразно в качестве показателя использовать меру соответствия, заданную, как нечеткую меру отношения на графе комплексного отношения соответствия, заданную, например, в соответствии с определением меры отношения по Розенфельду.

Заключение

Исследованы системы, включающие в свой состав комплексы взаимодействующих, обменивающихся результатами деятельности людей и используемых при этом комплексов объектов деятельности. Показано, что оценивать такие системы целесообразно по прогнозируемому соответствию измеримых, наблюдаемых в проявлениях на практике характеристик операционных свойств таких систем требованиям к ним. Вскрыта проблема оценивания комплексных операционных свойств экономических систем и реализуемых ими бизнес-процессов. Введены понятия о потенциале систем, эффективности их функционирования, о риске при их функционировании (ПСЭФР). Сформулированы основные концепты и принципы исследования ПСЭФР. Определены задачи исследования ПСЭФР, рассмотрены их особенности.

Разработана концептуальная схема RASOR оценивания операционных свойств систем. Приведен пример использования разработанной концептуальной схемы для оценивания потенциала экономической системы и эффективности ее функционирования. Приведена графическая иллюстрация такого оценивания.

В дальнейшем планируется разработка программных библиотек и методов визуализации, позволяющих использовать полученные результаты в информационных системах класса информационных систем исследования деятельности (BI) и информационных систем исследования эффективности деятельности (BPM).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гейда А.С. Лысенко И.В. Автоматизированное моделирование в задачах исследования потенциала социально-экономических систем // Материалы XIII Санкт-Петербургской Международной конференции «Региональная информатика» 2012 (РИ–2012), Санкт-Петербург, 2012. С. 275.
2. Гейда А.С., Лысенко И.В. Использование расширений графов для автоматизации решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования // Современные проблемы прикладной информатики. // Сб. науч. Трудов научно-практической конференции по современным проблемам прикладной информатики. 23–25 мая 2012 – СПб. Минобрнауки. Инжэкон. / Изд-во «Элмор». 2012. С. 9–12.
3. Гейда А.С., Лысенко И.В., Силла Е.П. Задачи исследования качества и потенциала систем реализации целевых программ // Информационно-управляющие системы.– Санкт-Петербург, №4, 2011. С. 77–83.

Гейда А.С., Юсупова О.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И РЕАЛИЗУЕМЫХ ИМИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Введение

Современное состояние информационных технологий характеризуется активным развитием новых информационных технологий, направленных на решение задач исследования экономических систем и реализуемых ими бизнес-процессов – таких, как технологии исследования эффективности бизнес-процессов (Business Performance Management, BPM), исследования деятельности (Business Intelligence, BI), адаптивного исследования деятельности (Adaptive Business Intelligence, ABI). Во многих практически важных приложениях [1–2] для реализации таких информационных технологий требуется построение моделей, позволяющих прогнозировать значения операционных (тех, которые получают в результате деятельности) характеристик в различных условиях функционирования экономических систем и при разных целях реализации бизнес-процессов. Построение и использование таких моделей целесообразно автоматизировать, поскольку современные экономические системы и бизнес-процессы их функционирования характеризуются значительной сложностью и разнообразием. Это вызывает актуальность разработки концептуальных и методологических основ автоматизированного моделирования экономических систем и реализуемых ими бизнес-процессов. Моделирование реализуется прежде всего для того, чтобы решать задачи прогнозного исследования экономических систем. В связи с этим необходимо разработать концепты и принципы автоматизированного моделирования экономических систем и реализуемых ими бизнес-процессов, предложить методологический аппарат для автоматизированного моделирования, позволяющий строить прогнозные модели систем рассматриваемого типа и решать возникающие при использовании этих систем задачи. Для достижения этой цели выполнена концептуализация автоматизированного моделирования, предложены необходимые концепты и основные принципы для автоматизированного моделирования, реализуемого в информационных системах указанного выше класса для прогнозного комплексного оценивания операционных свойств систем и реализуемых ими бизнес-процессов. Выполненная постановка задачи позволила обосновать необходимость расширения теории графов для использования при автоматизации моделирования в описываемых информационно-аналитических системах, обосновать основные требования к разрабатываемым моделям и процессам автоматизированного моделирования.

Информационные технологии занимают особое место при функционировании экономических систем и реализуемых ими бизнес-процессов (ЭСБП). Это особое место определяется тем, что информационные технологии позволяют расширить возможности увязывания людей и технических устройств в комплексное единство для достижения целей, изменив отношения между элементами, частями систем, между системами, со средой при реализации разных видов деятельности. Тем самым, информационные технологии должны позволить реализовать новые отношения со средой и улучшить, за счет этого, операционные свойства систем, в которых используются эти технологии.

Такие новые способы отношений со средой – новые способы организации деятельности и новые способы решения задач исследования деятельности, требуют получения новых сведений из среды и новых видов оперирования этими сведениями – новых информационно-аналитических технологий. Однако для получения наилучших результатов от использования информационно-аналитических технологий важно выполнить исследование того, как эти технологии влияют на операционные свойства ЭСБП. К сожалению, концепции, основ методологии и основ информационно-аналитических технологий исследования потенциала систем, позволяющих исследовать деятельность с системами на прогнозных моделях, с оцениванием комплексных операционных свойств систем, еще не было предложено.

Несмотря на наличие значительного количества работ по отдельным аспектам проблемы прогнозного исследования операционных свойств систем и их соответствия возможным целям при использовании систем в различных условиях, наблюдается несоответствие концепций, моделей, методов, методик и информационных технологий, разработанных к настоящему времени и современных требований практики к решению задач исследования операционных свойств систем.

При этом решение новых практических задач требует прогнозного исследования операционных свойств систем и процессов их функционирования, и прежде всего – комплексного операционного свойства функционирования (эффективности) и системы (потенциала). Свойство потенциала – новое, и определено, как свойство системы, характеризующее ее приспособленность к достижению целей. Решение задач исследования таких комплексных операционных свойств включает прогнозирование комплексных операционных свойств – их анализ, а затем – синтез характеристик систем и процессов их функционирования по показателям комплексных операционных свойств эффективности функционирования и потенциала систем. Прогнозирование при решении таких задач требует использования закономерностей формирования результатов деятельности – как в результате действий, так и в результате их комплексов. Такие закономерности должны позволить описать

изменение результатов и требований к ним с использованием математических зависимостей и предсказать их с использованием математических моделей формирования результатов.

Такие задачи все интенсивнее требуют научно обоснованной, концептуально завершенной, построенной с опорой на математические модели и методы теории исследования комплексных операционных свойств ЭСБП. К сожалению, такой теории, как и понятия о комплексном операционном свойстве систем, такого, чтобы от него можно было достаточно просто перейти к прогнозным математическим моделям исследования этого свойства и затем, к методам решения соответствующих задач анализа и синтеза, еще не было предложено. Исследование комплексных операционных свойств связано с концептуальными, методологическими и информационно-аналитическими трудностями при их решении, вызванных отсутствием необходимых концептов, принципов, методов, моделей, методик и информационно-аналитических технологий, допускающих свое применение для широкого спектра задач, в том числе – задач совершенствования ЭСБП. В результате, возникает необходимость преодоления сложившегося противоречия между новыми требованиями к ЭСБП и отсутствием современных концепции, методологии и информационных технологий такого исследования. Это противоречие проявляется в наличии нерешенных задач исследования ЭСБП, с одной стороны и в источниках проблемности, связанных с их решением. Оно вызывает актуальность решения проблемы исследования потенциала экономических систем.

Практика свидетельствует, что для научно обоснованного, прогнозного, основанного на математических моделях исследования ЭСБП необходимо определить ряд понятий об операционных свойствах систем а затем обобщить их, введя такое понятие о комплексном операционном свойстве систем – потенциале системы, чтобы это определение позволило:

1. Устранить несоответствие между аналитическим характером прогнозирования явлений действительности людьми с использованием прогнозных закономерностей и комплексным характером идеальных представлений людей о желаемом будущем.

2. Перейти к исследованию показателей свойства потенциала систем на основе разрабатываемых прогнозных математических моделей эффектов деятельности в исследуемых системах, с учетом комплексного представлений людей о желаемом будущем.

Для успешного решения задач исследования потенциала их решение необходимо автоматизировать. При этом, решение задач исследования потенциала предполагает прогнозирование зависимостей показателей потенциала от характеристик принимаемых в настоящем решений. Для автоматизации решения таких задач необходимо разработать такое моделирование на основе заданных моделей – элементов и типовых методов сборки с их помощью новых моделей на основе уже имеющихся, подобно тому, как в массовом промышленном производстве используются унифицированные изделия и унифицированные технологические процессы их обработки для получения изделий из частей. Такое моделирование, для реализации которого новые модели строятся путем определения отношений разного вида на уже построенных, в том числе, заданных, базовых моделях названо синтетическим моделированием. Для решения проблемы необходимо выполнить исследование концептуальных, методологических и информационно-аналитических аспектов проблемы исследования потенциала ЭСБП. Для этого была обоснована необходимость разработки концептуальной схемы систематического применения принципа погружения и реализующего его комплекса комплексных методов получения решений задач на основе преобразований моделей задач; показана необходимость разработки методологии синтетического, автоматизированного моделирования; обоснована необходимость разработки информационно-аналитических технологий, реализующих принцип погружения. Ядро методологических аспектов проблемы исследования потенциала при ее решении за счет использования синтетического моделирования составляет разработка необходимых методологических средств синтетического моделирования. Информационно-аналитические технологии (ИАТ) исследования потенциала систем должны быть комплексными технологиями, объединяющими ряд ИАТ в такой комплекс, что он позволяет решать задачи исследования потенциала автоматизировано, на основе разработки комплекса прогнозных моделей.

Направления исследований по рассматриваемой проблеме целесообразно разделить на 4 части. Первая – разработка проблемы в концептуальном аспекте. Вторая группа задач исследований – разработка основ методологии исследования потенциала. Третья группа задач исследований – разработка основ информационно-аналитических технологий исследования потенциала. Четвертая группа задач исследований – решение, на основе полученных результатов, прикладных задач исследования потенциала.

С учетом особенностей этапов исследований и особенностей концептуальной, методологической, информационно-аналитической частей проблемы основные задачи исследований состоят в следующем:

1. Разработать систему концептов и принципов для решения задач исследования потенциала с использованием комплексных преобразований моделей на всех этапах решения задач.

2. Разработать концептуальные схемы решения задач исследования потенциала с использованием комплексного моделирования.

3. Разработать на теоретико-множественном уровне обобщенную концептуальную модель решения задач исследования потенциала на основе использования комплексного моделирования.

4. Разработать математические модели элементов задач исследования потенциала, приспособленные к своему использованию в составе комплексных моделей.

5. Разработать математический аппарат преобразований комплексных моделей на всех этапах решения задач исследования потенциала.

6. Разработать метод решения задач исследования потенциала систем на основе комплексного моделирования.

7. Сформулировать ряд практических задач, как задач исследования потенциала и других операционных свойств систем.

8. Решить практические задачи исследования потенциала с использованием принципа погружения и синтетического моделирования.

9. Разработать элементы комплексных ИАТ решения задач исследования потенциала систем реализации целевых программ.

Для решения этих задач был выполнен комплекс исследований. Так, была рассмотрена концепция исследования потенциала экономических систем. Она включает решения первой, второй и третьей задач исследований: систему концептов и принципов решения задач исследования потенциала, теоретические схемы решения задач исследования потенциала с использованием комплексного моделирования и принципа погружения, обобщенную концептуальную модель решения задач исследования потенциала на основе комплексного моделирования. Показано, что для реализации предложенной концептуальной схемы на практике необходимо разработать концепцию комплексного моделирования задач исследования потенциала систем. Комплексное моделирование задач исследования потенциала систем – процесс определения и преобразования комплексных моделей задачи так, чтобы в конечном итоге было бы получено решение задачи исследования потенциала системы.

Комплексная модель задачи – модель задачи, полученная путем рекуррентного определения отношений на частях и элементах моделей, описывающих различные аспекты вопроса задачи. К таким частям модели задачи, описывающим различные аспекты вопроса задачи, относятся исходные сведения, модель объекта исследований, модели возможных решений, модели показателя и ограничений.

Основу для разработки комплексных моделей задачи составляют синтетические вербальные модели задачи – модели задачи на естественном языке, описанные так, чтобы были определена последовательность создания моделей, отношения между моделями, вопрос задачи с использованием разработанных моделей и схема использования моделей для получения ответа на вопрос задачи. С использованием комплексных вербальных моделей получают математические и затем, алгоритмические и комплексные модели задач, позволяющие получать решение задач на основе использования информационно-аналитических технологий. Процесс такого, основанного на комплексном моделировании, решения задач, основан на использовании информационно-аналитических технологий решения задач исследования потенциала систем.

Для реализации комплексного моделирования предложено использовать расширение понятия о графах – эшграф. Формально понятие о эшграфе, примеры и основные свойства эшграфов описаны в другой статье настоящего сборника. Отметим, что содержательная трактовка понятия о эшграфе может быть следующей. Эшграфы отличаются от традиционных графов и гиперграфов тем, что эшграф описывается, как результат комплексов всевозможных преобразований множеств путем определения на уже построенных отношениях и элементах новых отношений, а традиционные графы и гиперграфы – результат определения лишь отношения одного типа на одних и тех же элементах, т.е., они не результат указанного комплекса преобразований.

Изученные свойства эшграфов позволяют автоматизировать их использование в качестве моделей при комплексном моделировании в задачах исследования потенциала систем. Автоматизация моделирования достигается, в частности, на основе унификации используемых комплексных моделей в виде эшграф-моделей и на основе задания преобразований таких моделей в виде обходов эшграфов с разнообразными преобразованиями частей эшграфов в процессе обходов. При этом обходы и преобразования могут выполняться частично автоматически, что и позволяет автоматизировать моделирование при решении задач исследования потенциала.

Авторами предложены математические модели показателей операционных свойств систем и процессов их функционирования на основе эшграфов. Комплексное моделирование реализует принцип погружения частей задачи во взаимосвязанный комплекс частей других задач. Принцип погружения состоит в том, что исследуемые системы, их части, функционирование, их модели, модели целей и условий их достижения (погружаемые части) необходимо рассматривать в процессе исследования в отношениях с другими (окружающими) объектами, их моделями. Эти, окружающие объекты могут быть использованы на том или ином этапе исследования для синтетического описания – как желаемого, так и возможного будущего, в результате деятельности с исследуемой системой реализации целевых программ. Комплексное моделирование на основе использования эшграфов

должно позволить переходить от концептуальной модели задачи к математическим моделям задачи, а затем и к моделям решения задачи автоматизировано и тем самым, упростить решение задач. Пример получения эшграфа путем реализации комплекса преобразований сети мероприятий показан на рисунке 1. На рисунке 2 показаны примеры различных вариантов обходов полученного эшграфа.

В настоящее время созданы, в своих основах, информационно-аналитические технологии хранения, передачи и преобразований комплексных моделей, визуализации комплексных моделей и взаимодействия с пользователем, построения комплексных моделей задач при исследовании потенциала экономических систем. Реализовать указанные технологии планируется в системах класса BI, BPM, ABI. Так, они могут быть внедрены в состав пакетов программ построения отчетов по исследованию деятельности с открытым исходным кодом BIRT (Business Intelligence Report Technique) или в состав коммерческих систем типа программной системы «UPE Plan Designer» фирмы «Софтпром». В дальнейшем планируется разработка основ информационно-аналитических технологий описания интерфейсов между частями алгоритмов на эшграфах с использованием эшграф-интерфейсов. Такое описание должно позволить использовать существующие технологии интеграции программной архитектуры предприятия (Enterprise Architecture Integration, EAI), технологий обеспечения совместной обработки данных Mashhups, Web-сервисов для автоматизированного моделирования с использованием эшграфов, с одной стороны, и совершенствовать указанные технологии за счет использования при их реализации автоматизированного комплексного моделирования на основе эшграфов, с другой.

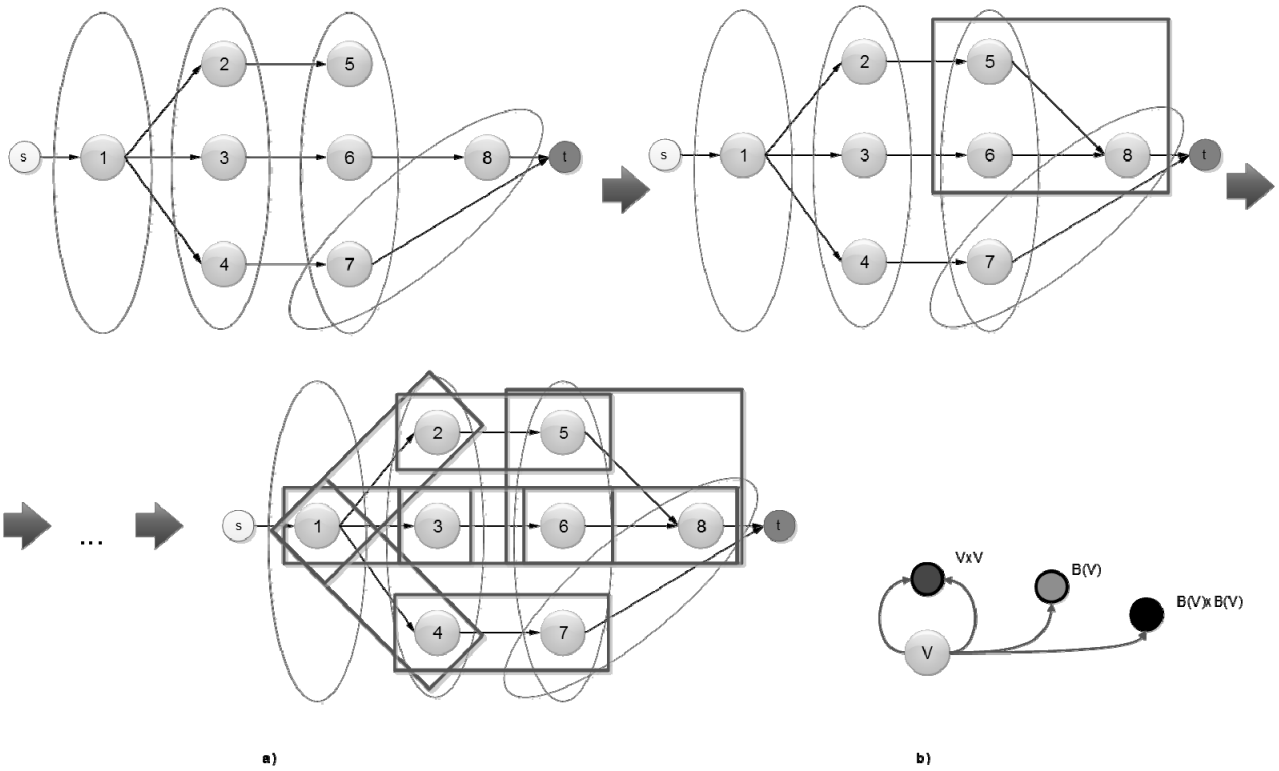


Рис. 1. Визуализация примера алгоритма получения эшграфа

Заключение

Описаны основные особенности информационно-аналитических технологий автоматизированного моделирования экономических систем и реализуемых ими бизнес-процессов. Приведены постановка задачи, описание основных особенностей методологии и обосновано использование для автоматизации моделирования предлагаемого комплексного расширения понятия о графе, получившего название эшграфа. Описаны основные особенности информационно-аналитических технологий, позволяющих автоматизировать решение рассматриваемых задач.

В дальнейшем планируется разработка инструментальной информационной системы конструирования алгоритмов на эшграфах. Такую систему планируется основывать на опыте известных программных систем визуализации программирования с использованием диаграммных технологий – таких, как инструментальная система «Prograph» (реализована в SpreadSheet 2000), технология ДРАКОН-схем, при чем так, чтобы существующие библиотеки алгоритмов на графах могли бы быть переведены в вид, допускающий визуализацию и визуальное оперирование имеющимися в этих библиотеках алгоритмами, в том числе – за счет формализации оперирования алгоритмами и эшграфами за счет формализации интерфейсов оперирования ими.

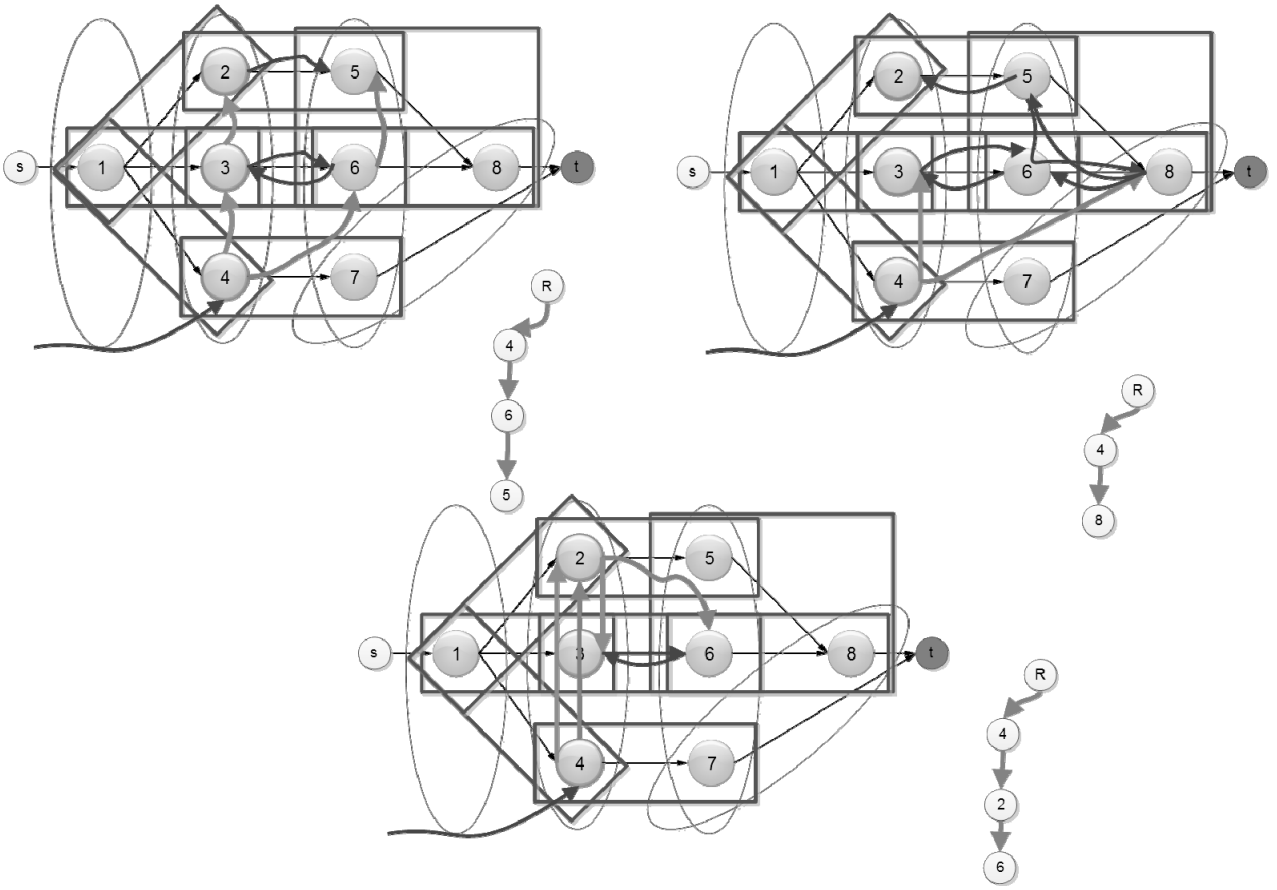


Рис. 2. Примеры обходов эшграфа, полученного на рисунке 1

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гейда А.С. Лысенко И.В. Автоматизированное моделирование в задачах исследования потенциала социально-экономических систем // Материалы XIII Санкт-Петербургской Международной конференции «Региональная информатика–2012 (РИ–2012)», Санкт-Петербург, 2012.С. 275.
2. Гейда А.С., Лысенко И.В. Использование расширений графов для автоматизации решения задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования // Современные проблемы прикладной информатики. Сб. науч. Трудов научно-практической конференции по современным проблемам прикладной информатики. 23–25 мая 2012 г. – СПб. Минобрнауки. Инжэкон.// Изд-во «Элмор». 2012. С. 9–12.
3. Гейда А.С., Лысенко И.В., Силла Е.П. Задачи исследования качества и потенциала систем реализации целевых программ // Информационно-управляющие системы. №4, 2011, СПб, С. 77–83.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУРАХ

Виноградов А.А.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»

ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ, НАДЁЖНОСТЬ, КИБЕР-УСТОЙЧИВОСТЬ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗАЦИИ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР

1. Основные классы систем автоматизации критических инфраструктур

Основой автоматизации критических инфраструктур стала их информатизация во всех сферах деятельности, начиная от управления ведомствами и заканчивая системами управления конкретным инженерным оборудованием.

Техническая политика в области построения систем автоматизации критических инфраструктур определяется функциями, задачами, требуемыми вычислительными ресурсами и условиями их применения. При этом к основным классам систем автоматизации критических инфраструктур в первую очередь относят:

1.1. Класс информационно-расчётных систем, который характеризуют:

- большие объёмы вычислений,
- большое количество абонентов,
- интенсивные сетевые взаимодействия,
- большие объёмы данных,
- эффективные средства аудио- и видеообщения.

1.2. Класс специальных командных систем, которым свойственны:

- работоспособность в условиях жестких внешних воздействий и деградации инфраструктуры,
- информационные ресурсы, достаточные для выполнения основной задачи в критических условиях (принцип разумной функциональной достаточности и оптимизации решений),
- гарантированная устойчивость к применению информационного оружия (кибер-устойчивость).

В настоящее время среди имеющихся критических систем только автоматизированные системы боевого управления (АСБУ) ракетных войск стратегического назначения (РВСН) и системы резервного тракта удовлетворяют требованиям, изложенным для класса специальных командных систем.

2. Особенности информатизации критических инфраструктур России на современном этапе

В связи с технологическим отставанием отечественной электронной промышленности, которое организовано и последовательно поддерживается потенциальным противником через ограничение поставок высокотехнологичного оборудования и современных высокопроизводительных вычислительных микросхем, информатизация критических инфраструктур России пошла по пути всеобщего применения импортных компьютеров и программных продуктов как в информационно-расчётных, так и в специальных командных системах.

В условиях реально сложившегося в последнее время сетецентрического противостояния в мировом сообществе уже неоднократно подтверждалось наличие стратегии влияния в импортном оборудовании, направленной на реализацию действий, в том числе враждебного характера, не имеющих отношения к прямому назначению системы.

Действия враждебного характера могут включать в себя: информационную разведку путем изъятия целевой информации, подмену данных (например, навигационного характера) для нарушения работы систем, блокировку работы систем, перехват управления и другие возможности. Инженерный анализ показывает, что всё это технически возможно, а значит, для построения адекватного парирования информационных агрессий нужно исходить из того, что всё это уже сделано более оснащенным потенциальным противником.

Осознание истинной глубины данной проблемы только приходит к руководителям критических инфраструктур. Поэтому в настоящее время продолжается:

1. Использование импортных комплектующих, вычислительных комплексов, персональных компьютеров.
2. В политике импортозамещения акцент ставится на отечественные процессоры, но они рассчитаны на применение импортной периферии и импортной архитектуры вычислителя.
3. Использование импортного программного обеспечения и средств отладки.

4. Использование информационного сопровождения со стороны иностранных фирм-разработчиков и их представителей в России (неконтролируемые обновления, вынужденный допуск к информационным ресурсам в ходе устранения несоответствий).

3. Риски по применению импортных информационных технологий в критических системах

Источниками рисков при применении импортных информационных технологий в критических системах являются:

3.1. Встроенная технологическая избыточность аппаратуры и программного обеспечения, необходимая для предоставления сервисов по прямому назначению, позволяет вести не декларированную деятельность, в том числе и враждебного характера.

3.2. Наложенная технологическая избыточность (предлагаемый дополнительный сервис) – дополнительные средства реализации блокирующих алгоритмов по внешней команде третьих лиц.

3.3. Опыт локальных военных конфликтов показывает, что на первых этапах активных действий информационные системы, построенные на импортных решениях, выводятся из строя средствами информационной войны путём применения кибер-атак с целью разведки и информационной блокировки.

3.4. Не декларированные свойствах импортных ЭРИ и материалов.

3.5. В Россию не поставляется высокотехнологичная, высоконадёжная импортная элементная база, и технические средства, применяемые противником для построения критических и военных систем.

3.6. Неконтролируемые поставки контрафактных импортных микросхем (с подменой группы исполнения в маркировке, с различными видами внутреннего производственного брака и др.).

3.7. Понятие «изготовитель» заменено на понятие «поставщик», у которого нет информации об изготовителе.

3.8. Нет уведомления о проводимых модернизациях микросхем.

3.9. Нет официальной документации, аналогичной отечественным ТУ.

3.10. Невозможен технологический контроль качества производства.

3.11. Стойкость к спец. воздействиям доступных импортных ЭРИ документально не подтверждена. Критические параметры меняются от производителя к производителю, от партии к партии. Российская сторона проводит дополнительные отработочные испытания импортных микросхем и постоянно выявляет технологические несоответствия.

3.12. Закрытые исходные тексты импортного программного обеспечения, содержащего закладки. Постоянное отставание технологий выявления закладок от технологии реализации кибер-атак.

3.13. Высокие эксплуатационные затраты на периодическую замену парка оборудования, выработавшего свой ресурс, из-за малого срока эксплуатации импортных ЭВМ или морально устаревшего оборудования, несовместимого с обновлениями версий импортного программного обеспечения.

4. Новый виток кибер-угроз

Еще в 2008 году Пентагон активизировал работу по борьбе с кибер-преступностью после атак хакеров на системы ведомства. В мае 2011 года президент США Барак Обама подписал распоряжения, по которым США теперь разрешено применять кибер-атаки для защиты национальных интересов.

Поэтому:

4.1. В США из 3,5 млрд Пентагон расценивает кибер-атаки против США как акт военной агрессии, в ответ на который Вашингтон имеет право применить войска.

4.2. Бурное развитие технологий создания СБИС с уровнем интеграции в миллионы и миллиарды вентилей позволило применять более изощрённые методы реализации стратегии влияния на аппаратном уровне (легко «спрятать» узлы в 1000 вентилей – и этого достаточно).

4.3. От программных вирусов внимание технологов кибер-атак переместилось в аппаратные средства, где не декларированные возможности размещаются на недоступных пользователю аппаратных ресурсах с использованием технологий программируемых микроядер и виртуализации вычислений. Характерной является статья «Китайские закладки: непридуманная история о виртуализации, безопасности и шпионах» («Хакер» №12/11).

5. США: национальная угроза

По мнению Пентагона, Соединенные Штаты не в состоянии самостоятельно производить достаточное количество процессоров для собственных секретных систем вооружений, так как:

5.1. В США из 3,5 млрд. микросхем, закупаемых для военных целей, производятся лишь 2% на предприятиях США под должным контролем. Большинство американских производителей переводят производство на территорию других государств.

5.2. По сведениям IBM в США производится не более 1/5 части компьютерных микросхем и не более четверти микросхем, базирующихся на передовых технологиях.

5.3. Серьезной проблемой для США стал поток контрафактной компьютерной продукции, идущий в основном из Азии (подмена групп применения, повышенный брак, отказы, азиатские закладки). Оказалось, что вместе с технологиями, азиатские производители успешно освоили технологии внесения не декларированных возможностей и теперь формируют собственную стратегию влияния, не подконтрольную США. Азиатский эксперимент успешно прошёл на сетевых коммутаторах, в которых позже впервые и обнаружили наличие азиатской стратегии влияния.

5.4. В США подписали программу Trusted Foundry (Роберт Ленц), расширяющую допуск американских предприятий к производству процессорных микросхем на территории США.

5.5. Руководство Пентагона полагается в основном на десятилетний контракт по производству процессоров на обеспеченном необходимым контролем заводе компании IBM, расположенном в городе Берлингтон, штат Вермонт. Стоимость этого контракта составляет не менее 600 млн. долларов.

5.6. В США в 2005 году Консультативный совет по оборонной науке выпустил доклад, предупреждающий о рисках, связанных с использованием импортных для США компьютерных процессоров, и призывающий министерство обороны разработать меры, способные предотвратить сокращение производства полупроводников в США.

Таким образом, США озабочены созданием подконтрольных производств на своей территории для оснащения критических инфраструктур системами управления, которым можно было бы доверять.

6. Специальные командные системы

Для систем этого класса совершенно недопустимы любые не декларированные возможности в связи с возможными катастрофическими последствиями при невыполнении системами своего прямого функционала, в том числе при самых жестких условиях эксплуатации. Поэтому для специальных командных систем необходимо обеспечить соответствие специальным требованиям таких характеристик систем, как:

- надежность;
- достоверность;
- длительный межрегламентный период;
- жёсткие условия эксплуатации;
- радиационная стойкость + стойкость к ЭМИ;
- информационная безопасность;
- защита от НСД, НСП;
- отказобезопасность;
- технологическая независимость;
- отечественная элементная база;
- расширенный функционал;
- быстродействие (ВВХ);
- скрытность основной работы;
- противодействие РЭП;
- устойчивость к кибердарам;
- мобильность;
- масштабируемость агрегатированием в поле;
- стандартные интерфейсы;
- снижение габаритов, потребления и стоимости в новых поколениях систем;
- сжатые сроки создания.

Полное соответствие указанным требованиям можно обеспечить только на отечественных решениях без применения импорта.

ОАО «НПО «Импульс» проводит последовательную политику по применению отечественных комплектующих, материалов, программного обеспечения для построения специальных командных систем собственной разработки.

Отечественная элементная база нового поколения уже внесена в ограничительный перечень МОП-44 МО РФ. Объективности ради следует отметить, что несмотря на предпринимаемые усилия, современная отечественная элементная база отстаёт от современной импортной элементной базы. Однако при применении принципов разумной функциональной достаточности и оптимизации программного обеспечения к достигнутой вычислительной мощности отечественных аппаратных платформ, требуемый функционал специальных командных систем для гарантированного выполнения основной задачи в чрезвычайных условиях надёжно реализуется на отечественных материалах, комплектующих изделиях и на отечественном программном обеспечении.

7. Новое поколение отечественной элементной базы

Новое поколение отечественной элементной базы включает:

- процессоры (БИС СНК);
- электронное ОЗУ (4–16 Мбит);
- отечественная память FLASH (4–16 Мбит);
- сетевые контроллеры (БИС СНК);
- стойкие БИС БМК (100 тыс. вент.);
- отечественные ПЛИС (50–200 тыс. вент.);
- волоконно-оптические линии связи;
- конверторы питания DC–DC, AC–DC;
- перспективные микропроцессоры (СНК), в том числе:
- 1867ВЦ2;
- 1890ВМ1Т;
- 1892ВМ8Я;
- 1892ВМ5Я;
- контроллеры.

Таблица 1

Перспективные микропроцессоры

	Производитель	**ФГУП «НИИЭТ» Воронеж**		**ЗАО «ПКК Миландр»**	**ГУПНПЦ «Элвис»**
№	Наименование микропроцессора	1867ВЦ4Т	1867ВЦ6Ф	1986ВЕ91Т	1892ВМ5Я
1.	Архитектура/аналог	TMS320C542	TMS320C3X	ARM Cortex-M3	MIPS-32 -2DSP
2.	Разрядность	16р	32р	32р	32р
3.	Производительность	40 MIPS	40 MFLOPs	80 MIPS	100 MIPS + 1200 MFLOPs
4.	Тип корпуса	Планарный 132 вывода	PGA 180 выводов	Планарный 132 вывода	BGA 416 выводов
5.	Внутренняя память	10K/RAM	2K/RAM	128K/Flash 32K/RAM	16K7Cash 304K/RAM
6.	Радиационная стойкость	Соответствует требуемое	Соответствует требуемой	Соответствует требуемой	Соответствует требуемой
7.	Наличие в МОП-44	Да	Да	Да	Да

Таблица 2

Перспективные СБИС памяти

	Производитель	**ЗАО «ПКК Миландр»**			
№	Наименование	1645РУ3У	1645РУ4У	1636РР1У	1636РР2У
1.	Тип памяти	SRAM	SRAM	Flash	Flash
2.	Разрядность, питание	16р, 3,3 В	16р, 3,3 В, 1,8В	8р, 3,3 В	8р, 3,3 В
3.	Тип корпуса/число выводов	Планар 64 выв.	Планар64 выв.	Планар 42 выв.	Планар48 выв.
4.	Объем памяти	4 Мбит	16 Мбит	4 Мбит	16 Мбит
5.	Радиационная стойкость	Соответствует требуемой	Соответствует требуемой	Соответствует требуемой	Соответствует требуемой
6.	Наличие в МОП-44	Да	Да	Да	Да

Серийно производятся и другие, более высокопроизводительные отечественные процессоры, однако они рассчитаны на работу с динамической оперативной памятью, которая в России не выпускается, и в таких платформах неизбежно появляются импортные компоненты, что недопустимо в специальных командных системах.

8. Доверительность в специальных командных системах

Традиционного понятия «надёжность» теперь недостаточно для обеспечения гарантированного функционирования систем. Кроме техногенных отказов появились новые факторы, нарушающие функционирование. Следует выделить две группы таких факторов: новейшие виды информационного оружия и не выявленные инженерные ошибки. Многократно возросшая сложность технических и программных решений в системах сделала особо опасными именно эти два фактора. Неизбежно появляющиеся программная и аппаратная технологическая избыточность позволяют применять всё

более изощрённые и трудно обнаруживаемые методы информационных вторжений. А с другой стороны инженерные ошибки, которые подлежали обязательному и полному устранению в ходе отработки систем прежних поколений, теперь стали постоянно присутствующим фактором в сложных системах и так же могут без принятия специальных мер приводить к потере функционирования систем.

В ОАО «НПО «Импульс» за время многолетней производственной деятельности сформировалась уникальная школа разработчиков сложных систем на отечественных решениях. По мнению специалистов ОАО «НПО «Импульс» для АСУ критических инфраструктур принципиально важным становится комплексное свойство доверительности самих систем и технологий их создания. В современных условиях это понятие только входит в обиход в инженерной практике, а для нашего предприятия свойство доверительности является важнейшим для ответственных систем, наряду с обеспечением их надёжности в традиционном «техногенном» смысле. Доверительность технологий создания систем, хотя бы с точки зрения исключения утечек проектной информации, тоже крайне важна.

Доверительность систем и технологий – это отсутствие нештатных действий и характеристик, не требуемых для выполнения основной задачи (предсказуемость поведения).

Ключевые составляющие доверительности систем и технологий:

- устойчивость к кибер-угрозам;
- сбое-отказоустойчивость на полном наборе внешних воздействующих факторов;
- отказобезопасность;
- технологическое выявление системных, программных и аппаратных ошибок разработчиков на стадиях проектирования и комплексной отладки;
- устойчивость к проявлениям не выявленных системных, программных и аппаратных некорректностей разработчиков.

Опыт ФГУП «НПО «ИМПУЛЬС» по отработке доверительности программно-аппаратных платформ командных систем показывает, что обеспечению доверительности необходимо уделять особенное внимание на всех стадиях создания систем, включая:

1. Доверительность технологий проектирования систем.
2. Доверительность ЭРИ.
3. Доверительность схемных решений.
4. Доверительность вычислительных структур.
5. Доверительность системных протоколов и алгоритмов.
6. Доверительность программного обеспечения.
7. Доверительность конструкций.
8. Производственно-технологическая доверительность.
9. Эксплуатационная доверительность.

9. Отказобезопасность специальных командных системах

Следует внимательно анализировать степень опасности последствий, провоцируемых отказами:

- нештатное функционирование, опасные аварийные и не поправимые последствия;
- провоцирование отказов других элементов;
- зацикливание или зависание и потеря реакции на внешние блокировки при отказе.

Современная высокоинтегрированная элементная база требует специальных мер по обеспечению отказобезопасности вычислительных систем+ так как:

- значительные вычислительные ресурсы внутри кристалла, не доступны для контроля;
- существуют повышенная область поражения функционала при отказе и опасность влияния однократных отказов на вычислительный процесс;
- требуются специальные меры по парированию сложных однократных отказов.

10. Предложения по комплексному подходу к созданию отечественной технологии

Темп развития отечественных технологий отстаёт от уровня, необходимого для обеспечения адекватного сетецентрического противостояние современным методам ведения информационной войны.

В настоящее время имеется фрагментарное упоминание задач и работ в различных ФЦП, что не даёт требуемого результата.

Проблема создания перспективных отечественных доверительных программно-аппаратных платформ должна решаться целенаправленно отдельной строкой в рамках Федеральной целевой программы.

Вопрос создания доверительных программно-аппаратных платформ должен находиться под контролем Правительства РФ и включать в себя следующие компоненты:

1. Идеологический.
2. Технический.

3. Технологический.
4. Производственный.

11. Особое внимание – отечественному приборостроению

Особое внимание отечественному приборостроению предполагает:

1. Развитие отечественных дизайн-центров проектирования современных СБИС, ориентированных на возможности отечественных предприятий микроэлектроники.
2. Создание полнофункциональных наборов отечественных СБИС для построения отечественных платформ.
3. Государственный контроль за введением в эксплуатацию нового оборудования на отечественных предприятиях микроэлектроники.
4. Разворачивание производства отечественных микросхем следующих видов:

- микросхемы процессоров, программно-НЕсовместимые с технологиями кибер-атак;
- системы на кристалле;
- системы в корпусе (2D, 3D монтаж);
- микросхемы динамической памяти;
- микросхемы магнитоэлектрической памяти;
- многоразрядные АЦП-ЦАП;
- фотоника.

5. Разработку отказоустойчивых системных протоколов, вычислительных структур и программного обеспечения.
6. Разработку и реализацию алгоритмов негативного управления при деградации и восстановлении вычислительной инфраструктуры.

12. Особое внимание – отечественным технологиям

Создание отечественного конструктивно-технологического обеспечения разработки, изготовления и испытаний АСУ военного назначения на современных инженерно-технических решениях требует осуществлять и создавать:

- централизованные закупки дорогостоящих САПР, контрольно-измерительных приборов, современного производственного, контрольного и испытательного оборудования;
- отечественные многовыводные корпуса СБИС с жесткими выводами;
- отечественный стеклотекстолит, пригодный для изготовления печатных оснований 6–7 классов точности и для автоматизированного поверхностного монтажа;
- отечественные расходные материалы для современного оборудования автоматизированного поверхностного монтажа печатных узлов;
- освоение внутреннего монтажа печатных узлов;
- ленточная упаковка ЭРИ для автоматизированной установки на платы;
- внедрение методов неразрушающего контроля печатных узлов без подачи силового напряжения;
- совершенствование отечественных разъёмных соединителей;
- разработка современных методов влагозащиты печатных узлов и приборов.

Таким образом, возрождение отечественной электронной промышленности для решения задачи автоматизации критических инфраструктур, является важнейшей задачей обеспечения обороноспособности государства в военных конфликтах и для обеспечения выживание страны в чрезвычайных условиях природных бедствий и техногенных катастроф.

Волкова А.В., Манин М.А.
Россия, Санкт-Петербург, ООО «Аларити», ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»

ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МЕТОД ДЕМОДУЛЯЦИИ СИГНАЛЬНО-КОДОВОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ ТРЁХМЕРНОЙ СИМПЛЕКС-РЕШЁТКИ

Настоящая работа посвящена вероятностному методу демодуляции сигнально-кодовой конструкции (СКК) на основе трёхмерной симплекс-решётки, описание которой, в том числе и характеристики с точки зрения частотной и энергетической эффективности, приведены в [1]. В работе описана техника демодуляции данной СКК, дана оценка её вычислительной сложности, а также предложены способы оптимизации алгоритма демодуляции с точки зрения сохранения вероятности верного приёма сигнала при заданном времени обработки одной информационной посылки.

Существующие модемы КВ радиосвязи обеспечивают скорость, в основном, до 4800 бит/с. Среди них можно отметить следующие модели: АТ-3004, МД-028, «Накладчик». Основным их назначением является передача команд управления и других сервисов. Другой особенностью данных модемов является то, что они не предназначены для функционирования в условиях преднамеренных помех, а требуемая помехоустойчивость достигается за счёт увеличения мощности. В данный момент

среди требований, предъявляемых к разрабатываемым системам управления, можно выделить требование относительно передачи большого объёма информации, а также предоставления сервисов высокого уровня. Очевидно, что обеспечиваемый имеющимися модемами диапазон скоростей передачи данных не является достаточным для решения указанных задач.

Таким образом, существует необходимость увеличения скорости передачи данных. Одним из факторов, определяющих реально достижимое значение скорости передачи, являются применяемые виды модуляции и кодирования сигналов. Как известно, при применении обычных видов модуляции улучшение скорости передачи при заданной допустимой помехоустойчивости приводит к снижению спектральной и энергетической эффективности. В качестве варианта решения указанных недостатков предлагается использовать иной вид модуляции, а именно СКК на основе трёхмерной симплекс-решётки. Декодирование такой СКК является нетривиальным алгоритмом. Следовательно, помимо его строгого математического описания, появляется необходимость оценить его вычислительную сложность и предложить способы для её уменьшения. Следовательно, предполагаемая научная задача представляется актуальной.

Процесс модуляции СКК на основе трёхмерной симплекс-решётки заключается в следующем. Поток бит разделяется на первичные группы по n бит. Каждой первичной группе в соответствие ставится скаляр. Его значение определяется выбранным кодом для амплитудной манипуляции. Три первичные группы образуют вторичную группу. В трёхмерном пространстве строится вектор, координаты которого являются найденными скалярами. Он кодирует $3n$ бит. Область возможных значений этого вектора представляет собой куб. Определяются четыре проекции вектора на плоскости, перпендикулярные главным диагоналям куба. Каждый вектор проекции определяет собой одну элементарную посылку сигнала в комплексной форме. Таким образом, в канал могут быть переданы две, три или четыре первичные посылки. Передача большего числа первичных посылок эквивалентна использованию кода, корректирующего ошибки.

Рассматриваются все используемые сигнальные плоскости, в результате делается в вывод о передаваемой точке куба.

Алгоритм демодуляции разделяется на следующие этапы: нахождение вероятности того, что принятому сигналу соответствует фиксированная точка на сигнальной плоскости; расчёт вероятности для точки куба, что именно она определяет сигнальную точку на плоскости; нахождение точки куба, которой отвечает большая совместная вероятность для всех первичных посылок; сопоставление точке куба три скаляра; сопоставление трём скалярам потока бит.

Расчет вероятностей в указанном алгоритме осуществляется следующим образом.

Обозначим за $P\left(A_i \middle| S_m\right)$ вероятность передачи символа модуляции A_i при приёме сигнала S_m,

где $i \in \left[0,...,3 \cdot 2^{3 \cdot n}\right]$,

n – количество бит в элементарной посылке,

$m \in \left[0,1,..., numSecondary - 1\right]$,

$numSecondary$ – количество первичных посылок во вторичной посылке.

Тогда искомая вероятность рассчитывается по формуле

$$P\left(A_i \middle| S_m\right) = \sum_{i}^{N} P\left(H_{im} \middle| S_m\right) \cdot P\left(A_i \middle| H_{im}\right), \quad (1)$$

где $P\left(H_{im} S_m\right)$ – вероятность передачи сигнала H_{im} при приёме сигнала S_m,

$P\left(A_j \middle| H_{im}\right)$ – вероятность передачи символа A_j при передаче сигнала H_{im},

N – количество возможных сигналов элементарной посылки,

$A \leftrightarrow \max_i \left(\ddot{I}_{m-1}^{numSecondary} P\left(A_i \middle| S_m\right) \right)$ – принцип принятия решения.

В [2] было показано, что данный метод демодуляции требует значительных вычислительных затрат: $O\left(2^{5 \cdot n}\right)$. Таким образом, для демодуляции СКК с высокой позиционностью требуются процессоры с большой мощностью. Зависимость требуемой тактовой частоты процесса от вида модуляции (количества бит в первичной посылке и количество элементарных сигналов) приведена в таблице 1.

Для решения проблемы недостаточной производительности предложено использовать методы распараллеливания алгоритмов, которые могут быть применены к имеющимся операциям перемножения матриц, а также алгоритму поиска. Помимо этого, обработку первичных посылок можно производить также независимо. Таким образом, для реализации описанного выше модема требуются высокопроизводительные многоядерные процессоры цифровой обработки сигналов.

Таблица 1

Требуемая тактовая частота процессора в зависимости от вида модуляции

Num Secondary	*n*	f_{cl}	Процессор
2	2	26 МГц	1892ВМ2Я, TI C5000
	3	39 МГц	TI C5000
	4	52 МГц	TI C5000
3	2	927 МГц	TI C6000
	3	1.3 ГГц	TI C6000
	4	1.8 ГГц	TI C6000
4	2	>3 ГГц	Intel i5, i7
	3		
	4		

Кроме того, можно поставить задачу ограничения количества возможных переданных информационных посылок (точек куба), заключающегося в уменьшении количества рассматриваемых точек сигнальной плоскости, которые могли бы быть переданы при данном принятом сигнале. Это ограничение можно производить по критерию времени обработки информационной посылки и вероятности правильного приёма сигнала.

Рассмотрим сигнальную плоскость (эквивалентно плоскости, перпендикулярной одной из главных диагоналей куба), представленную на рисунке 1. Для каждой её точки существует гипотеза H_i о том, что именно элементарный сигнал, соответствующий данной точке плоскости был передан.

Количество точек на сигнальной плоскости определяется формулой

$$(3*(2^n)^2 - 3*2^n + 1), \quad (2)$$

где n – число бит в элементарной посылке.

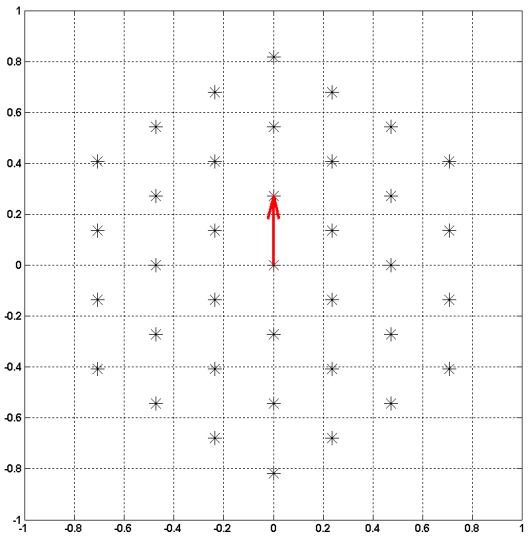


Рис. 1. Сигнальная плоскость

Каждой такой гипотезе можно поставить в соответствие плотность вероятности распределения принимаемого сигнала $W_i(\rho, \varphi)$ так, если бы он соответствовал определённой гипотезе H_i.

Пусть был принят элементарный сигнал и определено его положение на сигнальной плоскости. Зададим радиус ρ_i, и рассчитаем вероятности передачи $P(H_m | S_m)$ при заданном принятом сигнале для всех возможных сигналов из заданного радиуса (см. описание процесса демодуляции).

Тогда вероятность ошибки составит

$$P_{ош,i} = \int_{p_n}^{+\infty} W(\rho_i) d\rho_i. \quad (3)$$

Если же рассчитать количество точек куба, соответствующих данной точке сигнальной плоскости (или те точки куба, чья вероятность передачи $P(A_j | H_{im})$ при заданной сигнальной точке отлична от нуля), то можно получить зависимость для количества вычислительных операций. Если бы мы рассматривали все точки куба, то она бы определялось выражением $numSecondary \cdot \left(3 \cdot \left(2^n\right)^2 - 3 \cdot 2^n + 1\right) \cdot 2^{3 \cdot n}$. Теперь количество вычислительных операций определяется следующей формулой

$$numSecondary \cdot f(\rho_i) \cdot 2^{3n}, \quad (4)$$

где $f(\rho_i)$ – количество «соседних» сигнальных точек для принятого элементарного сигнала, расположение которых ограничено радиусом ρ_i.

Таким образом, можно сформулировать задачу выбора величины ρ_i

$$\rho_i = f(P_{ош}, t_{sym}), \quad (5)$$

где $P_{îø}$ – вероятность ошибки,

t_{sym} – время, требуемое на обработку одного информационного символа.

Предполагается, что предложенный метод позволит снизить требования, предъявляемые к вычислительным ресурсам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Путилин А.Н., Волкова А.В. Сигнально-кодовая конструкция на основе трёхмерной симплекс-решётки // 12-я Международная конференция «Цифровая обработка сигналов и её применение» («DSPA-2010»). –М, 2010.
2. Оценка эффективности алгоритма демодуляции сигнально-кодовой конструкции на основе трёхмерной симплекс-решётки для модема КВ радиосвязи. Старт в будущее. // Труды второй научно-технической конференции молодых специалистов. 14 апреля 2011 года / Под общ. ред. А.М. Воробьёва, Д.К. Щеглова. – СПб: ОАО «КБСМ», 2011. С. 53–56.

Кутузов И.М.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»,
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛОВ В КРИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

Введение

Любая информация передается по тем или иным каналам связи. Работоспособность любых каналов связи может быть нарушена. В зависимости от канала, нарушение его работоспособности занимает различное время. Проблематика разрыва канала особенно актуальна для критически важных объектов, когда необходима непрерывная работа объектов.

Постановка задачи

Критически важные объекты – это объекты, нарушение (или прекращение) функционирования которых приводит к потере управления, разрушению инфраструктуры, необратимому негативному изменению (или разрушению) экономики субъекта или административно-территориальной единицы, или существенному ухудшению безопасности жизнедеятельности населения, проживающего на этих территориях на длительный период времени. Критические объекты – это объекты критических инфраструктур – систем объектов, услуг и информационных систем для которых неисправность или уничтожение отдельных элементов будут иметь серьезные негативные последствия для здоровья и безопасности населения, окружающей среды, национальной экономики, обороны и т.д. [1].

Особенность информационной системы критически важных объектов (далее Системы) заключается в том, что основной всего является безотказность работоспособности (далее Работоспособности) и авторизация поступающих сигналов. Другими словами, поддержание работоспособности каналов информационного обмена, узлов Системы и однозначная авторизация управляющих и информационных сигналов являются наиболее приоритетными направлениями информационной безопасности систем. [2–4]. Поддержание этих факторов на должном уровне для Систем имеет такую же важность, как и поддержание конфиденциальности передаваемой информации, а в некоторых случаях, даже большую. Данная работа затрагивает тему поддержания работоспособности каналов информационного обмена и авторизации сигналов в частности, в то время как тематика поддержания работоспособности узлов Системы находится за рамками данного исследования.

Исходя из вышесказанного, рассматривается направление по поддержанию Работоспособности каналов. Основной угрозой при передаче информации по каналам связи является разрыв. Под разрывом понимается нарушение работоспособности канала, ведущее к потере пакетов данных. Потеря пакетов данных рассматривается как для управляющих, так и для информационных сигналов. Под потерей же пакета понимается неполное получение пакета данных или же полное его неполучение принимающей стороной. Главными параметрами оценки подобной угрозы являются следующие:

1. Время прохождения одного пакета данных по каналу связи ($T_{ПР}$);
2. Объем пакета данных, передаваемых по каналу ($O_П$);
3. Время допустимой задержки поступающих данных ($T_З$);

4. Минимальный объем данных, необходимый для поддержания Системы, получаемый в течении $T_З(O_M)$;
5. Предельно допустимое время восстановления канала после разрыва (T_B);
6. Время организации разрыва для конкретного канала в конкретной Системе (T_B).

Это обуславливается различной пропускной способностью и скоростью передачи данных по этим каналам. В рассматриваемой модели восстановление всех без исключения каналов может происходить одновременно, в то время как злоумышленник может заниматься организацией разрыва только одного канала.

Время прохождения одного пакета данных по каналу связи ($T_{ПР}$). Включает в себя также время, необходимое для релаксации Системы с целью передачи нового пакета по каналу.

Объем пакета данных ($O_П$), передаваемых по каналу и минимальный объем данных, необходимый для поддержания Работоспособности Системы, получаемый в течении $T_З(O_M)$ измеряется в единицах, удобных для конкретной системы.

Время допустимой задержки поступающих данных ($T_З$) выбирается наименьшим исходя из свойств системы и важности объекта.

Восстановление канала можно классифицировать по времени восстановления на восстанавливаемые и невосстанавливаемые разрывы. Невосстанавливаемым является такой канал, восстановление которого невозможно, время восстановления которого не может быть оценено или же время восстановления которого превышает предельно допустимое время восстановления для всей системы после разрыва. Восстанавливаемыми же являются те каналы, время восстановления которых детерминировано. Это означает, что на плановое устранение разрыва восстанавливаемого канала требуется конкретное время, не превышающее предельно допустимое. Важно отметить, что под восстановлением в данной статье понимается не достижение работоспособного состояния, а достижение того состояния, при котором T_P будет прежним. Из всех возможных T_B выбирается максимальное время состояния.

Время организации разрыва канала (T_P) рассчитывается исходя из модели угроз, разрабатываемой для объекта критической важности. Модель угроз составляется согласно методике определения актуальных угроз безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры [3]. Защищенность конкретного канала зависит от параметров:

- критичности передаваемых данных;
- стоимости организации канала;
- возможности восстановления канала;
- стоимости восстановления канала;
- времени восстановления канала;
- и прочих.

Защита канала осуществляется согласно требованиям по защите коммуникаций.[4] Важно отметить, что при повышении защищенности канала в большинстве случаев увеличивается и время восстановления.

Исходя из этого, можно вывести систему неравенств:

$$\begin{cases} \dfrac{O_M}{T_З} \le \min\limits^{i \in k}\left(\dfrac{O_{n_i}}{T_{np_i}}\right), \\ \sum\limits_{\substack{1 \le i < m \\ m < i \le k}} T_{p_i} > \left(T_{B_m} + T_З\right), \end{cases}$$

где k – это весь набор каналов, i – это конкретный канал из набора, а m – это разрываемый канал.

Система описывает требования, которые предъявляются к каналам. Минимальная скорость передачи по каналу должна быть не менее критической скорости, при которой возможно функционирование системы. Под скоростью понимается отношение объема передаваемых данных ко времени передачи или времени допустимой задержки поступающих сигналов соответственно.

При проектировании системы и расчете системы резервирования по конкретизированной модели угроз требуется организовать систему таким образом, чтобы для всех критических потоков информации всегда был в работоспособном состоянии минимум один канал, и время его восстановления и время организации передачи данных по каналу было меньше, чем время разрыва всех остальных каналов. Таким образом, за суммарное время T_P остальных каналов, требуется восстановить текущий канал и организовать передачу данных по каналу.

Также немаловажным является аспект авторизации поступающих сигналов. Неавторизованные сигналы могут повлиять на правильность работы всей системы в целом. Неавторизованные управляющие сигналы могут просто позволить заполучить управление злоумышленнику, в то время как неавторизованные информационные (не управляющие) сигналы могут ввести оператора в заблуждение или вывести из строя системы анализа состояния.

Помимо авторизации, имеются механизмы, позволяющие оценить вероятностно, является ли сигнал ложным. Интегральные требования по вероятностям к ложным сигналам были уже рассмотрены в работе Александрова А.М. [5] Данные требования предъявляются к уже поступившим сигналам, предполагая, что в передачу могли попасть искаженные данные. Для Систем методика детектирования ложных данных может использоваться в качестве дополнительного средства обнаружения вторжений.

Заключение

В ходе проведенного анализа информационных систем критически важных объектов были установлены особо важные направления обеспечения защиты таких систем: организация безотказной работоспособности и авторизация передаваемых данных. Эти два направления имеют наибольшее значение для информационных систем критически важных объектов, поэтому исследование и разработка нормативов в данной тематике требует особого внимания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устинов И.А., Игумнов В.В. Информационная безопасность в критических инфраструктурах. – СПБ.: ИБРР–2011.
2. ФСТЭК России Базовая модель угроз безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры. – М. 2008.
3. ФСТЭК России Методика определения актуальных угроз безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры. – М. 2008.
4. ФСТЭК России Общие требования по обеспечению безопасности информации в ключевых системах информационной инфраструктуры. – М. 2008.
5. Александров А.М. Разложение интегральных требований по вероятностям ложных сигналов в критических инфраструктурах. – СПБ.: ИБРР-2011.

Матвиенко Ю.А.
Россия, Юбилейный, Научно-исследовательский центр РКС ФКУ «4 ЦНИИ МО РФ»

КОМПЛЕКСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ АТАКА ТИПА «КИБЕР-СТАЧКА» НА ПРОМЫШЛЕННУЮ АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ: АНАТОМИЯ ЯВЛЕНИЯ И ПОДХОДЫ К ЗАЩИТЕ

С военной точки зрения – союзники существуют,
с экономической – союзников не бывает.
Один из принципов Британской политики

Основой экономики любого государства является материальное производство, которое состоит из разного рода производственных процессов. Основной частью производственного процесса являются технологические процессы, в ходе реализации которых происходит изменение геометрических форм, размеров и физико-химических свойств предметов труда, то есть превращение их в готовую продукцию, удовлетворяющую потребностям общества [1]. При этом в большинстве производственных процессов можно выделить так называемые критически важные составляющие (КВС), нарушение функционирования которых приводит к срыву процесса производства в целом.

В условиях информационного общества большинство производственных процессов протекают на предприятиях с использованием различных автоматизированных систем (АС). Часть процессов (особенно, вспомогательные и обслуживающие производственные процессы, связанные с обменом данными и логистикой) непосредственно замкнуты на глобальную АС каковой, по сути, является сеть Интернет. Такой подход позволяет повышать качество услуг и снижать себестоимость товаров.

В докладе под автоматизированной системой понимается организационно-техническое объединение персонала предприятия, средств автоматизации его деятельности, размещенных в структурных подразделениях и объединённых между собой и с другими АС посредством линий связи различной физической природы.

Основная задача АС заключается в поддержке производственных и технологических процессов в заданных параметрах посредством своевременного предоставления органам управления и управляемым объектам необходимых информационных ресурсов. При этом в качестве информационного ресурса могут рассматриваться и управляющие воздействия согласно технологии производства товаров и услуг, и данные от различных сенсоров, контролирующих технологический процесс, и разного рода сведения экономического характера для руководства и соответствующих подразделений предприятия, и информация логистического характера, и многое другое, связанное с нормальным функционированием производства.

По аналогии с критически важными составляющими производственных и технологических процессов, в информационных процессах, реализуемых автоматизированными системами, также можно выделить так называемые критически важные информационные сегменты (КВИС) [5].

В зависимости от масштабов предприятия и решаемых задач АС могут быть автономными, локальными, региональными, глобальными. Кроме того, АС отдельных предприятий могут быть объединены в отраслевую автоматизированную систему.

В общем случае любая АС вне зависимости от её масштабов и назначения может быть представлена в виде совокупности узлов различного ранга (уровня), взаимодействующих между собой с использованием каналов связи. При этом в каждом узле можно выделить [7]:

- средства аппаратного обеспечения;
- общесистемное программное обеспечение (ОПО);
- прикладное (специальное) программное обеспечение (СПО).

На каждом из узлов АС могут храниться и обрабатываться информационные ресурсы, доступ пользователей к которым может осуществляться посредством локального или сетевого взаимодействия.

В условиях, когда информация является неотъемлемой (а порой и основной) составляющей современного производства, одной из основных задач АС является защита её информационного ресурса от несанкционированного доступа (НСД), а критически важных информационных сегментов – от деструктивного воздействия. В докладе под НСД к информационному ресурсу АС понимается преднамеренное целенаправленное нарушение одного из трёх свойств информации: её конфиденциальности, целостности или доступности, а также нарушение работоспособности программно-аппаратных средств её приёма, хранения, обработки, отображения и передачи.

Необходимо отметить, что несанкционированный доступ к информационному ресурсу АС через программно-аппаратные средства её узлов или каналы связи может быть осуществлён по причине наличия в любой технической системе некоторых производственных недостатков (недоделок) - так называемых «уязвимостей». Они могут быть следствием случайных или преднамеренных действий, осуществлённых на этапе разработки АС или её последующей эксплуатации. В этом случае под уязвимостью АС будем понимать недостатки в её программно-аппаратных средствах, линиях связи, в системе мер защиты информационного ресурса АС или же отсутствие таких мер, позволяющие нарушителю целенаправленно совершать действия, приводящие к успешной реализации той или иной угрозы информационной безопасности АС [7].

Существует целый спектр угроз информационной безопасности автоматизированных систем, используемых в промышленном производстве [2,4,7]. В докладе рассматривается лишь одна из них – так называемая активная информационная атака, под которой понимается целенаправленное воздействие или последовательность связанных между собой единым замыслом действий злоумышленника, которые приводят к изменению состояния автоматизированной системы вследствие нарушения конфиденциальности, целостности и доступности информационного ресурса АС, а также нарушения работоспособности её программно-аппаратных средств или блокирования доступа к ним легальных пользователей путём преднамеренного использования в своих интересах обнаруженных в информационной системе дефектов или уязвимостей.

Согласно имеющейся классификации информационные атаки (ИА) могут быть подразделены на внешние и внутренние, однонаправленные и распределённые. Различаются атаки по уровню эталонной модели взаимодействия открытых систем, объекту атаки, по типу уязвимости, активизируемой атакой, этапу и фазе жизненного цикла и т. д. [2, 5, 6]. В частности, выделяют следующие фазы жизненного цикла ИА на ресурсы АС:

1. Рекогносцировка.
2. Вторжение в АС через уязвимости.
3. Атакующее воздействие на элементы АС.
4. Развитие атаки.
5. Завершение атаки.

На стадии рекогносцировки проводится поиск и анализ уязвимостей атакуемой АС, а также осуществляется сбор данных об объекте атаки, на основании чего планируется порядок проведения атаки с учётом имеющегося у злоумышленника замысла и материально-технического ресурса.

На стадии вторжения нарушитель проводит попытку несанкционированного доступа к информационным ресурсам и программно-аппаратным средствам АС.

В случае успеха проводится собственно атака, результатами которой является нарушение конфиденциальности, целостности или доступности информации АС, а также нарушение работоспособности её узлов, в зависимости от целей злоумышленника.

В дальнейшем, при положительном результате задуманного воздействия, сфера атаки может быть расширена и на другие элементы АС. Кроме того, на этой стадии жизненного цикла ИА злоумышленник дополнительно может совершать следующие действия:

- устанавливать в АС по своему усмотрению вредоносное программное обеспечение с целью получения в дальнейшем удалённого канала управления информационным ресурсом;
- использовать успешно атакованный узел АС в качестве плацдарма для проведения атаки на другие узлы системы.

Этапом завершения атаки является «заметание следов» со стороны злоумышленника. Мероприятия по сокрытию следов своего присутствия в АС включают удаление соответствующих записей

из журналов регистрации узла АС и выполнение ряда других действий, возвращающих атакованную систему в исходное состояние [2].

Следует отметить, что в последнее время при описании информационных атак всё чаще используется термин «кибернетическое оружие». Согласно [7] к кибер-оружию можно отнести «любой инструмент или способ, в состав которого входит общее или специализированное программное обеспечение, применимый с целью нанесения ущерба компьютеру, сети или электронному устройству». При этом, чтобы классифицировать какой-либо продукт как кибер-оружие, необходимо наличие у него трёх основных компонентов, используемых для формирования его наступательных возможностей, а именно:

- средство доставки поражающего элемента;
- компонент преодоления системы безопасности объекта атаки;
- поражающий элемент – программный код вредоносного компонента.

На сегодняшний день к кибер-оружию можно, к примеру, отнести следующие средства поражения АС:

- различные виды атак, позволяющие проникнуть в атакуемую АС или перехватить управление ею;
- компьютерные вирусы, в том числе сетевые («черви»), модифицирующие и уничтожающие информацию или блокирующие работу вычислительных систем;
- «логические бомбы» – наборы команд, внедряемые в программу и срабатывающие при определенных условиях, например, по истечении определенного отрезка времени или нажатии определенной клавиши;
- "троянские кони" - программы, позволяющие выполнять определенные действия без ведома хозяина (пользователя) зараженной системы;
- средства подавления информационного обмена в сетях и др.

Кстати, компьютерный червь Win32.Stuxnet полностью подходит под данное выше определение кибер-оружия, причём кибер-оружия нового поколения, так как он, по оценкам специалистов, уже способен «выйти за пределы цифрового мира» и уничтожить материальные объекты — а не только парализовать интернет-коммуникации. Специалисты фирмы «Symantec» выяснили следующее [9]:

- Win32.Stuxnet - очень сложная и виртуозно спроектированная угроза, использующая 4 «уязвимости нулевого дня» и украденные сертификаты безопасности;
- это - первый «червь», направленный на SCADA-системы (системы автоматизации производства), целью которого являлся шпионаж и перепрограммирование систем;
- теперь хакеры имеют возможности использовать код Win32.Stuxtet как шаблон для будущих информационных атак на промышленные объекты.

Таким образом, появление кибер-оружия, способного причинять вред процессам материального производства в физическом пространстве, в определённых условиях может представлять серьёзную угрозу экономической безопасности любого государства, в том числе и России. При этом наметившиеся тенденции развития деструктивных информационных технологий, направленных на нарушение функционирования не только самих АС, но и управляемых ими процессов производства различных товаров или услуг, позволило говорить и о новом типе активной распределённой информационной атаки – виртуальной забастовке или кибер-стачке [8, 16].

Суть её заключается в том, что в результате скрытого для руководства предприятия информационного вторжения в автоматизированную систему управления неким производством товаров или услуг происходит остановка того или иного технологического или обеспечивающего процесса так, как если бы это сделал персонал организации, объявивший забастовку.

На самом же деле путём внедрения в автоматизированную систему (через Интернет или так называемых «инсайдеров») вредоносного программного обеспечения и его активации обеспечивается по сути «внешнее» управление нужными процессами материального производства (в первую очередь их критически важными составляющими). Это позволяет к определённому времени нарушить всю технологию производственного процесса и, как следствие, - остановить производство в целом. При этом сам сотрудник, чья ПЭВМ участвует в процессе производства товаров или услуг, может и не подозревать, что его компьютер «бастует»: на мониторе он может наблюдать показатели, соответствующие нормальному протеканию всех процессов в технологической цепи. Факт же кибер-стачки в этом случае может быть обнаружен не сразу, хотя отдельные ПЭВМ могут даже зафиксировать некий системный сбой. Причину остановки производства из-за информационного вторжения можно вообще не обнаружить, если во вредоносном программном обеспечении предусмотрена функция самоуничтожения после проведения неких действий по намеченной злоумышленником программе.

Прототипом информационной атаки типа кибер-стачка можно считать так называемые атаки «отказ в обслуживании», проводимые как одиночно (DOS-атаки), так и комплексно (DDOS-атаки) [5, 6, 13].

В условиях продолжающегося финансово-экономического кризиса и роста конкурентной борьбы как на внутренних рынках, так и на мировой арене, последствия от реализации кибер-стачки в базовых производственных или жизнеобеспечивающих отраслях экономики могут привести к значительному материальному ущербу и непредсказуемым последствиям.

С учётом изложенного, возможность организации и проведения информационной атаки типа кибер-стачка против предприятий (и даже отдельных отраслей) промышленности России следует рассматривать как серьёзную кибернетическую угрозу экономической безопасности страны.

Исследуем «анатомические» особенности распределённой активной информационной атаки, каковой, по сути, и является кибер-стачка.

На наш взгляд, в терминах информационно-психологической войны кибер-стачка представляет собой специальную информационно-психологическую операцию (ИПО), под которой следует понимать совокупность согласованных и взаимоувязанных по целям, задачам, месту и времени, объектам и процедурам видов, форм и способов информационно-психологического воздействия на сознание и подсознание сотрудников предприятия (в первую очередь обслуживающих КВС производственного процесса), а также информационно-технического воздействия на программно-аппаратные средства промышленной АС (в первую очередь на её КВИС), с использованием различных коммуникационных каналов и уязвимостей с целью прекращения производства товаров или услуг в течение определённого времени.

Такое комплексное использование в определенной последовательности информационных технологий против программно-аппаратных средств и психологических техник против обслуживающих их сотрудников промышленного предприятия или целой отрасли с целью прекращения производства, в первую очередь жизненноважных, товаров или услуг по своей сути представляет собой определенную методологию изменения картины мира у субъектов информационного воздействия (персонала) в требуемом для атакующего направлении [9]. А гражданами с изменённым сознанием легко манипулировать для достижения любых целей.

Как и любая информационно-психологическая операция, атака типа кибер-стачка включает фазы рекогносцировки и разведки; информационного вторжения в производственный процесс с использованием уязвимостей АС, нарушения работы или прекращения функционирования КВС и КВИС; сокрытия следов атаки и оценки её результативности.

В фазе разведки ведется поиск уязвимостей автоматизированной системы управления производством, которое выбрано в качестве цели, сбор различной информации об объекте предстоящей атаки и внедрение (при необходимости) инсайдеров в трудовые коллективы предприятий – потенциальных жертв будущей атаки. На этой же фазе параллельно ведётся подготовка отношений со СМИ, после чего запускается PR-кампания по формированию в глазах общественности негативного имиджа продукции или услуг предприятия-мишени (или целой отрасли) [12].

Фаза разведки состоит из череды взаимообусловленных разовых акций, под которыми понимаются кратковременные целенаправленные действия, отличающиеся ограниченным характером (использованием отдельного типа информационного или психологического воздействия с задействованием ограниченного количества коммуникационных каналов) и осуществляемые в локальных масштабах [14].

Ядром операции «кибер-стачка», её ключевой фазой, является собственно распределённая информационная атака с использованием вредоносного программного кода, способного нарушить нормальное протекание производственного процесса или полностью остановить его. На этом этапе последовательно сначала осуществляется информационное вторжение в АС (взлом её системы защиты), а затем проводится воздействие на критически-важные информационные сегменты АС и управляемые ею критически-важные составляющие процесса производства товаров или услуг. При этом стратегия атаки – то есть время, место и масштаб вторжения выбираются по результатам фазы рекогносцировки и разведки.

Отличительной особенностью атаки типа кибер-стачка является специальное воздействие на электронную вычислительную технику (ЭВТ) предприятия-мишени, направленное на дезинформацию пользователей (операторов): в процессе вторжения параллельно осуществляется сокрытие от персонала не только факта информационного нападения на АС, но и фактов нарушения режимов функционирования контролируемых ими технологических или обеспечивающих процессов, до тех пор, пока на предприятии не сработают системы и средства аварийной остановки.

Одновременно в рамках отдельной PR-кампании осуществляется манипуляционное воздействие на персонал предприятия-мишени с целью принудить его к реальной забастовке и формируется негативное общественное мнение, связанное с деятельностью руководства предприятия (и отрасли в целом) в складывающихся условиях, а также качеством производимых предприятием товаров или услуг.

После успешного информационного вторжения в промышленную АС и достижения цели кибер-стачки – остановки производства товаров и услуг, - начинается этап закрепления успеха с целью вытеснения атакованного бизнеса с рынка товаров и услуг. В этот период потребителям продукции начинают усиленно рекламироваться на выгодных условиях аналогичные товары и услуги возможных конкурентов: инициаторов кибер-стачки (или заказчиков). В это же время в соответствии с планом атаки против предприятия-мишени начинается агрессивная PR-кампания с использованием различных «грязных» технологий [12]: может быть организован рейдерский захват «бастующего» предприятия, особенно, если оно «ключевое» в данной отрасли производства; для «расшатывания» ситуации могут быть искусственно инициированы и нападения на предприятие со стороны так называемых «гринмэйлеров»; может быть искусственно создан конфликт собственника с руководством предприятия или одних акционеров с другими (в зависимости от формы собственности предприятия-мишени) и т.п.

На последующем, завершающем этапе информационной атаки, в кибернетическом пространстве производится «заметание следов» информационного воздействия на АС предприятия [2, 6], а в физическом пространстве формируется положительное общественное мнение о результатах, полученных в результате атаки. Кроме того, организаторами атаки проводится оценка результативности предпринятых действий по критерию: «успех нападения определяется достижением цели», после чего принимается решение о продолжении действий против предприятия-мишени или атакующее воздействие следует прекратить [9, 12].

Такова вкратце «анатомия» информационной атаки типа кибер-стачка.

Противодействие такого типа атаке целесообразно начинать ещё на этапе сбора злоумышленником информации о предприятии, о его средствах и системах автоматизации и их уязвимостях, то есть в фазе разведки и рекогносцировки при подготовке и планировании кибер-стачки. Уже на этом этапе желательно уметь оценить ожидаемый характер угрозы с атакующей стороны, что позволит понять, с каким типом противника возможно столкновение, какие цели им преследуются и какие ресурсы задействуются. Такой подход к организации системы защиты предприятия позволит существенно усложнить, а часто и нейтрализовать работу организаторов информационной атаки на АС производством.

Для успешного противодействия ей система защиты предприятия должна быть комплексной (с использованием организационно-правовых мер, программно-аппаратных методов и инженерно-технических средств защиты) и строиться на основе генерирующей (творческой) модели управления защитой. При этом в рамках системы защиты информации АС предприятия должна быть реализована так называемая инфраструктура обнаружения атак (ИНФОБА) [2]. Что имеется ввиду?

Целью нападающей стороны является нарушение функционирования производственных процессов с последующим прекращением работы предприятия. Желаемого результата можно достичь за счёт получения несанкционированного доступа к определённому информационному ресурсу АС или путём нарушения работоспособности определённых программно-аппаратных средств из её состава. Для этого у организаторов атаки должна быть собрана достаточно большая база данных о предприятии-мишени, что подразумевает проведение широкого и тщательного поиска уязвимостей АС.

Поэтому ИНФОБА должна быть настроена на обнаружение различного рода попыток анализа процессов функционирования АС (особенно её КВИС), проникновения в её узлы и проводить регулярный аудит АС с целью выявления уязвимостей системы, возникающих по тем или иным причинам в процессе её функционирования. При этом ИНФОБА не должна ограничиваться только внешними угрозами технической составляющей АС [2, 4, 7]. Необходимо не забывать и о внутренних угрозах информационной безопасности АС предприятия [15]. Кроме того, в инфраструктуру обнаружения атак должны поступать данные и от службы связей с общественностью предприятия, особенно если в медиа-пространстве замечена негативная информация о его деятельности.

На наш взгляд, для успешного противодействия информационной атаке типа кибер-стачка необходимо осуществить следующие мероприятия.

Первое. Провести исследование по выявлению и классификации критически важных составляющих разного типа технологических процессов промышленного производства, в первую очередь обеспечивающих жизнедеятельность населения страны, и критически важных информационных сегментов автоматизированных систем, задействуемых в КВС процессов производства товаров и услуг.

Второе. Доработать законодательство в области информационных технологий в части обязательного наличия в КВС промышленного производства и КВИС промышленных АС, обеспечивающих жизнедеятельность населения страны, комплексных систем защиты технологий производства и информационных процессов и поддержания их в актуальном состоянии.

Третье. Совершенствовать системы анализа защищённости промышленных АС (системы поиска уязвимостей проектирования, реализации и эксплуатации), как средство определения потенциальных возможностей реализации информационных атак.

Четвёртое. Регулярно проводить на предприятиях, обеспечивающих жизнедеятельность населения страны, кризисный аудит КВС производства и КВИС АС с целью выявления уязвимостей, через которые может быть реализована угроза кибер-стачки.

Пятое. Пересмотреть на предприятиях и в организациях, участвующих в производстве жизненноважных товаров и услуг, политики и процедуры безопасности в направлении обеспечения противодействия информационной атаке типа кибер-стачка с обязательным обучением и подготовкой персонала.

Следует помнить, что кибер-стачка, вне зависимости от того, кто является её организатором, может угрожать территориальной целостности, политической независимости или экономической безопасности любого из государств – объектов распределённой активной информационной атаки такого типа. Поэтому одной из главных задач для властных структур России и «капитанов» российского бизнеса должна быть задача создания и внедрения в промышленности комплексных систем безопасности, способных противостоять, в том числе, и такой угрозе как активная информационная атака типа «кибер-стачка».

В наше смутное время финансового кризиса, дефицита топливно-энергетических и питьевых ресурсов и обострения, в том числе, и экономических противоречий между ведущими государствами мира необходимо помнить слова полководца древности Сунь Цзы: «Правило ведения войны заключается в

том, чтобы не полагаться на то, что противник не придёт, а полагаться на то, с чем можно его встретить; не полагаться на то, что он не нападёт, а полагаться на то, чтобы сделать нападение на себя невозможным для него».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

a. Туровец О.Г., Родионов В.Б., Бухалков М.И. «Организация производства и управление предприятием». – М.: ИД «ИНФРА-М», 2007.
b. Лукацкий А.В. «Обнаружение атак». – СПб.: «БХВ-Петербург», 2001.
2. Малюк А.А., Горбатов В.С., Королёв В.И. и др. «Введение в информационную безопасность: учебное пособие для вузов под ред. В.С. Горбатова». – М.: «Горячая линия – Телеком», 2011.
3. Девянин П.Н. «Модели безопасности компьютерных систем. Управление доступом и информационными потоками. Учебное пособие для вузов». – М.: «Горячая линия – Телеком», 2011.
4. Климов С.М. «Методы и модели противодействия компьютерным атакам». – Люберцы: КАТАЛИТ, 2008.
5. Сердюк В.А. «Организация и технологии защиты информации: обнаружение и предотвращение информационных атак в автоматизированных системах предприятия: учебное пособие». – М.: Изд. дом Гос. Ун-та – Высшей школы экономики, 2011.
6. Паршин С.А., Горбачёв Ю.Е., Кожанов Ю.А. «Кибервойны – реальная угроза национальной безопасности?». – М.: КРАСАНД, 2011.
7. Матвиенко Ю.А. «Варвары информационного общества. Кибер-стачка как угроза экономической безопасности России». Статья в журнале Академии военных наук «Информационные войны» № 4 (20) за 2011г.
8. Матвиенко Ю.А. «Реконструкция информационных операций» в книге В.Б. Вепринцева, А.В. Манойло и др. «Операции информационно-психологической войны. Краткий энциклопедический словарь-справочник», М., «Горячая линия - Телеком», 2005г.
9. Башлы П.Н. «Современные сетевые технологии: Учебное пособие». – М.: «Горячая линия – Телеком», 2006.
10. Починок Н., директор отдела технических решений фирмы «Symantec» в России и СНГ. Доклад «Статистика 2010: Защита объектов критической инфраструктуры в России и мире. Угрозы и их последствия на примере кибер-атаки на ядерный завод в Иране», 2011.
11. Студеникин Н.В. «PR-защита бизнеса в корпоративных войнах: Практикум победителя». – М.: «Альпина Паблишерз», 2011.
12. Мандиа Кевин, Просис Крис «Защита от вторжений. Расследование компьютерных преступлений». – М.: «ЛОРИ», 2005.
13. Матвиенко Ю.А. «Аналитическая реконструкция информационно-психологической операции против кандидата на выборную должность как один из методов противодействия нелегитимным избирательным технологиям». Статья в журнале Академии военных наук «Информационные войны» № 3 (11) за 2009г.
14. Скиба В.Ю., Курбатов В.А. «Руководство по защите от внутренних угроз информационной безопасности». – СПб.: «Питер», 2008.
15. Матвиенко Ю.А. «Комплексная информационная атака типа «кибер-стачка» на промышленную автоматизированную систему: анатомия явления и подходы к защите». Статья в журнале Академии военных наук «Информационные войны» № 1 (21) за 2012г.

Наумов А.С.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Концерн «НПО «Аврора»

АДАПТАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ К СИСТЕМЕ РЕГИСТРАЦИИ ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ

Введение

Система мониторинга повышенной стойкости (СМПС) предназначена для информационного обеспечения командования ВМФ при проведении поисково-спасательных операций на море после катастрофы подводной лодки (ПЛ) или надводного корабля (НК), а также анализа причин приведших к аварии или катастрофе ПЛ и НК [1].

В состав СМПС входят основной модуль (ОМ) и устройство спасения и передачи данных (УСПД), снабженные флеш-накопителями информации, представленные на рисунках 1 и 2.

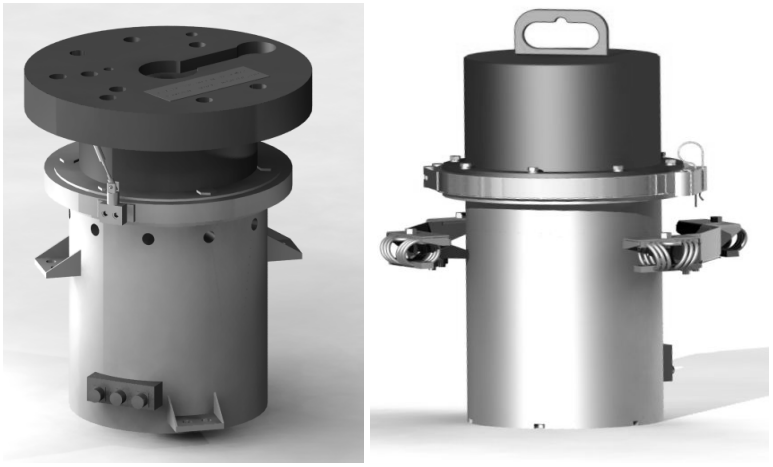


Рис. 1. ОМ СМПС для ПЛ и НК

Рис. 2. УСПД

Анализ требований, предъявляемых к алгоритмам функционирования СМПС, показал, что по своим функциям СМПС близка к автоматизированной системе документирования информации (АСДИ) [2], реализованной в КАС «Литий», которая прошла испытания и сдана в эксплуатацию. Для реализации алгоритмов обработки информации в СМПС целесообразно использовать накопленный в АСДИ опыт. На рисунке 3 представлена структурная схема АСДИ. Отметим теперь особенности, присущие документированию информации в СМПС.

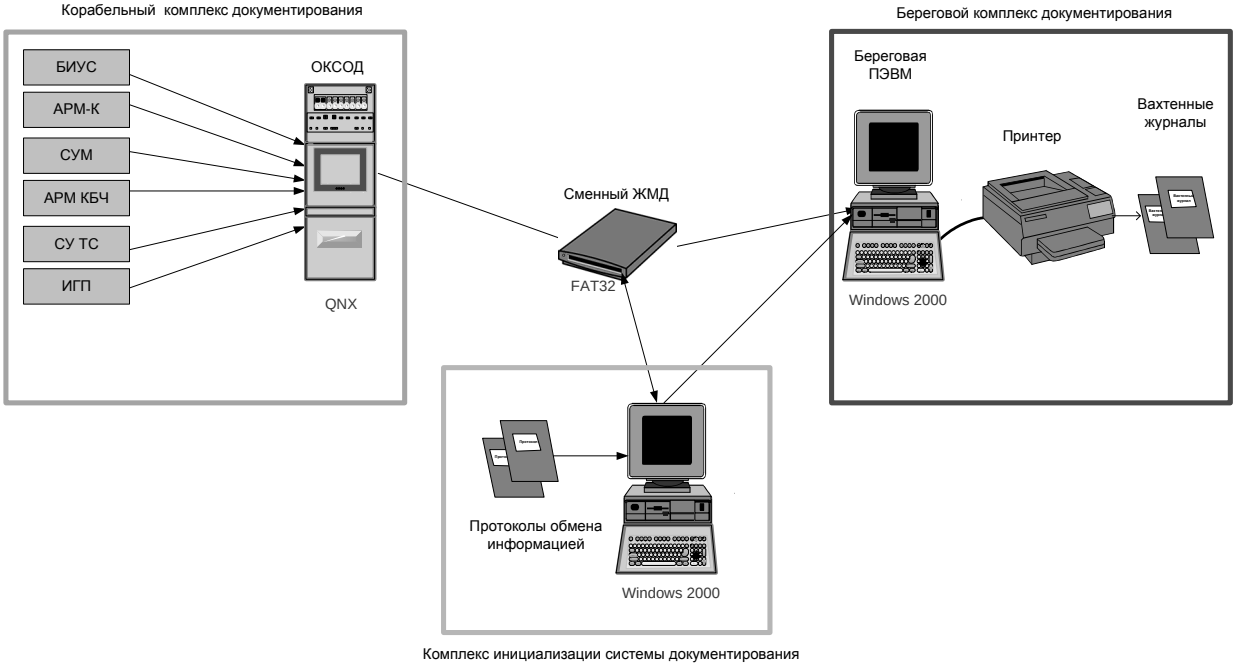


Рис. 3. Структурная схема автоматизированной системы документирования информации

В АСДИ в качестве накопителя информации использовался съемный жесткий диск, при этом для считывания информации диск снимается с общекорабельная система обмена данных (ОКСОД) и подключается к береговой ПВЭМ. В отличие от АСДИ, в ОМ СМПС и УСПД СМПС используются флеш-накопители, которые изымаются только в случае возникновения катастрофы. В остальных случаях в процессе эксплуатации доступ к накопителям возможен только через Ethernet. Для доступа к флеш-накопителю через сеть Ethernet, организуется удаленный доступ. Со стороны инструментальной ПЭВМ реализуем функции, преобразующие запросы к флеш-накопителю (открыть, прочитать, записать и т.п.) в пакеты, содержащие команду и сопутствующий набор данных. Со стороны СМПС реализуем серверную часть, выполняющую команды, приходящие по сети, и отсылающую в инструментальную ПЭВМ соответствующую информацию.

АСДИ функционировала только в одном режиме, запись информации автоматически осуществлялась в кольце фиксированного размера. При исчерпании свободного места новая информация записывалась поверх более ранней информации. В СМПС возникает необходимость использования различных режимов функционирования в зависимости от обстоятельств аварии.

Например, в случае аварии на ПЛ или НК необходимо сохранить предысторию - информацию, накопленную за несколько часов до аварии, а после возникновении аварии записывать информацию так, что бы сохранялась предыстория. В случае катастрофы нужно остановить запись через несколько часов, подать команду на всплытие УСПД и при этом выдавать по спутниковой связи часть задокументированной информации в обратной временной последовательности (рисунок 4).

В состав СМПС входит два УСПД располагающихся на ПЛ в носу и в корме. УСПД первый очереди при катастрофе автоматически отделяется от корабля, всплывает на поверхность и передаёт информацию о причинах катастрофы и о координатах терпящего бедствие корабля командованию и поисково-спасательным силам. Связь осуществляется по спутниковому каналу.

УСПД второй очереди продолжает накапливать информацию от функционирующих систем и после катастрофы, в том числе о состоянии личного состава. Буй всплывает по команде прибывших к месту катастрофы сил спасания. Информация, полученная от второго буя, позволяет оптимально организовать действия сил спасания и более глубоко изучить причины катастрофы.

Для отзыва УСПД второй очереди с терпящего бедствие корабля при значительном удалении или при утере УСПД первой очереди, а также получения информации о ходе развития катастрофы, целесообразно применить специальное мобильное гидроакустическое устройство.

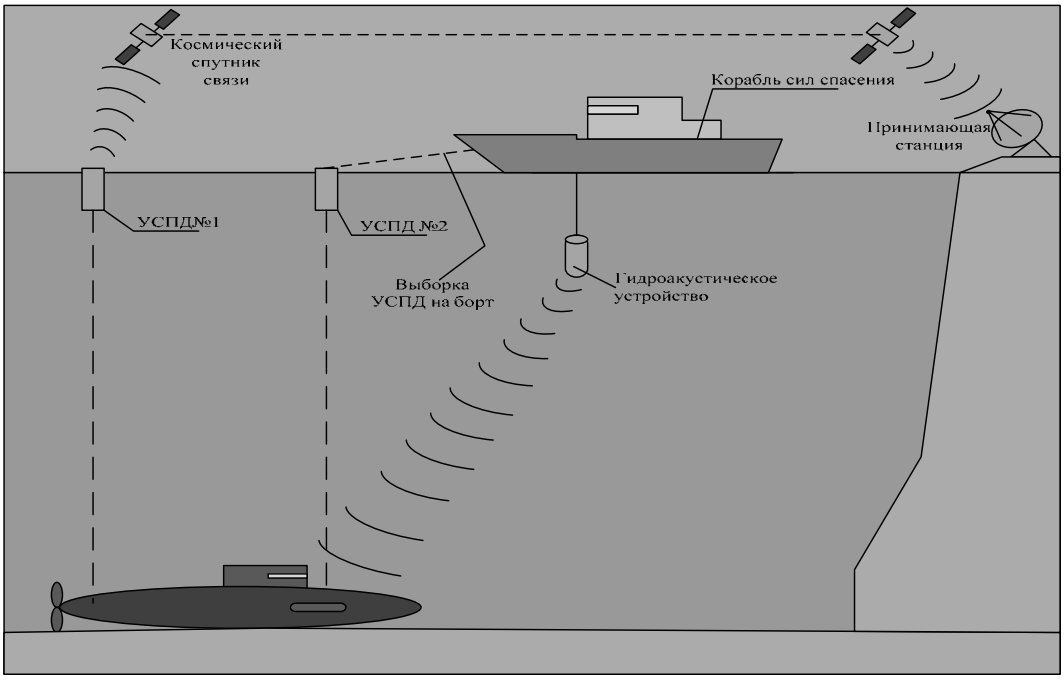


Рис. 4. Схема действия гидроакустического устройства

Подъем съемной части прибора ОМ СМПС производится при помощи водолазов, а в случае большой глубины батискафом (рисунок 5).

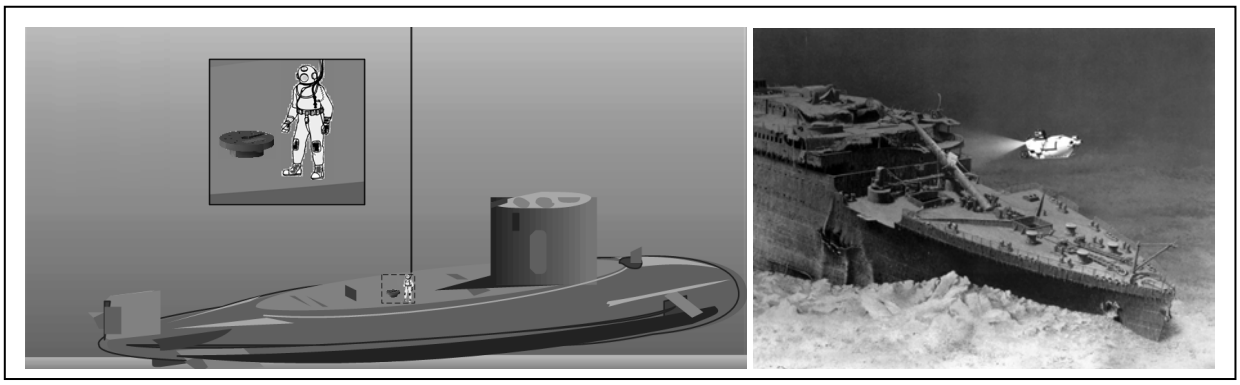


Рис. 5. Способы подъема съемной части прибора ОМ СМПС

В АСДИ накопленная информация в итоге представлялась в виде заполненных журнальных форм. Для реализации представления информации в виде отличном от журнальных форм потребуется доработка концепции шаблонов-форм. В качестве контейнера можно будет использовать, например, шаблоны-диаграммы. В СМПС форма представления данных более разнообразна – это и таблицы и графики и даже трехмерная параметрическая модель ПЛ или НК. Алгоритмы АСДИ необходимо доработать, для использования системы документирования в СМПС.

Кроме приборов СМПС будем использовать инструментальную ПЭВМ, соединенную с СМПС посредством Ethernet и предназначенную для визуализации информации, накопленной в СМПС в соответствии с рисунком 6.

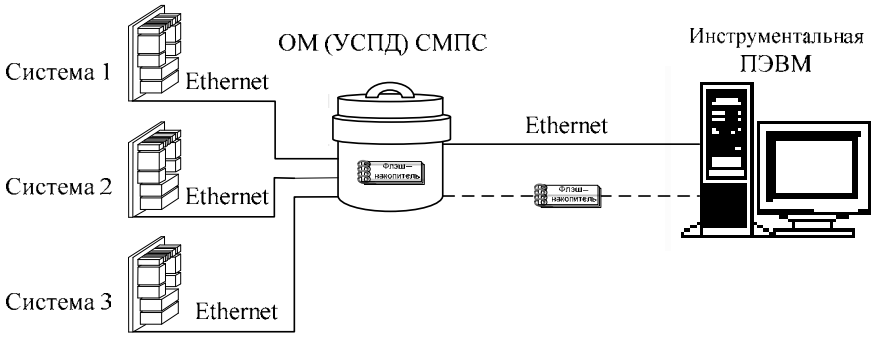


Рис. 6. Система мониторинга повышенной стойкости

Для доступа к флеш-накопителю через сеть Ethernet, организуем удаленный доступ. На стороне инструментальной ПЭВМ реализуем функции, преобразующие запросы к флеш-накопителю (открыть, прочитать, записать и т.п.) в пакеты, содержащие команду и сопутствующий набор данных. На стороне СМПС реализуем серверную часть, выполняющую команды, приходящие по сети, и отсылающую в инструментальную ПЭВМ соответствующую информацию.

В АСДИ информация разного типа хранилась в различных файлах, каждая структура снабжалась уникальным порядковым номером. Для определения места записи очередной структуры использовался метод бинарного поиска [3]. При таком способе хранения данных имеются следующие недостатки. В файловой системе FAT32 размер файла ограничен 4Gb, поэтому если размер сохраняемой структуры больше определенный величины, то количество структур в одном файле не будет удовлетворять требованиям, накладываемым на количество записей в кольце за поход, т.е. невозможно задокументировать всю необходимую информацию. Например, при периодичности записи 1 раз в секунду и необходимости сохранения информации за 2300 часов получаем максимальный размер структуры $2^{32}/(2300*3600)\approx 518$ байт. Для решения данной проблемы предлагается отказаться от использования файловой системы FAT32, а весь флеш-накопитель разбить на непересекающиеся области, соответствующие режимам функционирования системы документирования (нормальный, авария и т.п.). В свою очередь, каждую область разбить на меньшие непересекающиеся области – кольца. Кольца предназначены для хранения информации одного типа (имеющей одинаковую структуру). Вся информация о разбиении накопителя на области расположена в начальных секторах, а также дублируется в конечных секторах накопителя. При этом инициализацию флеш-накопителя можно производить как непосредственно на инструментальной ПЭВМ путем подключения флеш-накопителя через USB порт, так и удаленно а приборах СМПС через Ethernet.

Для реализации представления информации в виде отличном от журнальных форм[4] потребуется доработка концепции шаблонов-форм. В качестве контейнера можно будет использовать, например, шаблоны-диаграммы.

Заключение

В настоящий момент уже реализованы удаленный доступ к флеш-накопителю и новый формат разбиения флеш накопителя. Таким образом, с помощью одной программы, запущенной на инструментальной ПЭВМ, можно получить доступ к флеш-накопителю как через USB интерфейс локально, так и через Ethernet удаленно. Кроме того, новый формат записи на флеш-накопитель позволил снять ограничение на размер документируемой структуры. При этом обновленная версия программного обеспечения может быть также применена и в АСДИ, при ее модернизации. Доклад впервые был представлен на II-ой НТКМС-2012 "Корабельные системы управления и обработки информации. Проектирование и изготовление" ОАО «Концерн «НПО «Аврора»

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А.Н., Кошко В.А. Проблемы формирования массивов документированной информации от корабельных информационно-управляющих комплексов для систем типа «Черный Ящик». // Седьмая Общероссийская конференция по морским интеллектуальным технологиям. / Материалы конференции «Моринтех-2008. – Санкт-Петербург: НИЦ «Моринтех», 2008.
2. Алексеев Л.Е., Сурма А.С. Структуры данных и алгоритмы автоматизированной системы документирования информации: // Труды отраслевой научно-технической конференции молодых специалистов МПО-МС-2008. / ОАО «Концерн «Морское подводное оружие – Гидроприбор», СПб. 2008.
3. Алексеев Л.Е., Наумов А.С., Тренихин Е.С. Упорядочение документируемых данных и применимость флеш накопителей в корабельном комплексе документирования. // Сборник докладов конференции «Состояние, проблемы и перспективы разработки корабельных информационно-управляющих комплексов» / ОАО «Концерн «Моринформсистема – Агат». 2011.
4. Наумов А.С. Использование шаблона-журнала для визуализации систем регистрации данных. // Сборник тезисов докладов научно-технической конференции молодых специалистов «Корабельные системы управления и обработки информации. Проектирование и изготовление». / ОАО «Концерн «НПО «Аврора». СПб, 2011.

Острейковский В.А.
Россия, Сургут, Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа-Югры

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАКОНАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ИСХОДНЫХ СОБЫТИЙ КАТАСТРОФ И УЩЕРБА ОТ НИХ

Введение

Последняя треть XX века характеризуется чередой тяжелых мировых катастроф. Первое десятилетие XX века продолжает печальный список мировых чрезвычайных событий. Только за два 2010-2011 года произошли ещё три техногенные катастрофы: Саяно-Шушенская ГЭС (Россия, 2010 г.), разлив огромного количества нефти на нефтедобывающей платформе (Мексиканский залив, 2010 год), разрушение четырех активных зон ядерных реакторов на атомной электростанции «Фукусима-1» (Япония, 2011 г.). Если к этому добавить потери десяти спутников и одной космической станции за полтора года в России, то, по видимому, человечество ожидают мрачные перспективы. В этом плане является чрезвычайно актуальным развитие и совершенствование одного из важных разделов безопасности сложных динамических высокоопасных систем – теории техногенного риска. Вопросы анализа оценки и прогнозирования аварий и катастроф является в настоящее время не только актуальным, но и становится одной из главных проблем выживания человечества.

Как известно одним из важных количественных показателей безопасности является техногенный риск, который определяется как произведение суммы вероятностей исходных событий (отказа, аварии, катастрофы) на последствия (ущерб) от этих событий. В докладе считается, что риск есть не что иное как возможный ущерб при соответствующем значении вероятности исходных событий. То есть, при вычислении значений риска мы имеем дело с соотношением двух случайных величин – вероятностей исходных событий и ущерба. Эти случайные величины в общем случае являются независимыми или зависимыми случайными величинами, либо случайными функциями времени.

Рассмотрим классификацию математических моделей техногенного риска как обобщённую модель от эксплуатации сложной системы.

Как известно [1,2], количественное значение риска определяется с помощью выражения

$$R = H\{Q, C\}, \quad (1)$$

где R – количественный показатель риска;

H – искомый оператор;

Q – вероятность исходного события;

C – последствия (ущерб) от исходного события (отказа, аварии, катастрофы).

Этот подход обычно интерпретируется двумерной кривой Ф. Фармера (рисунок 1).

При этом под значением самого риска на рисунке 1 понимается значение возможного ущерба C при соответствующем значении вероятности q.

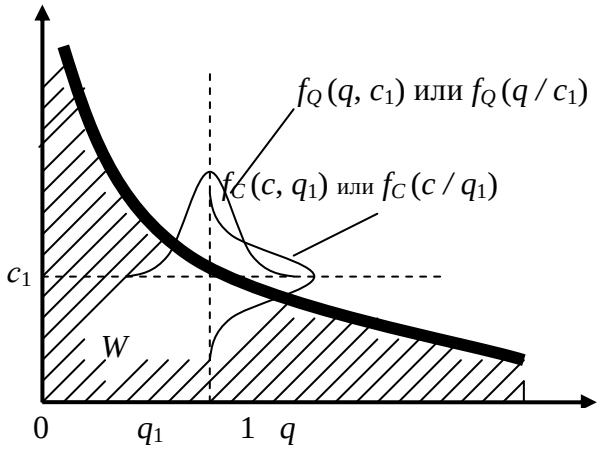


Рис. 1. Развитие модели риска по Ф. Фармеру

Недостатками данного подхода являются: 1) неучет изменения величин Q и C во времени; 2) величины Q и C в общем случае являются либо случайными величинами, либо случайными процессами, что и наблюдается при реальной эксплуатации систем.

Обобщенная динамическая модель техногенного риска от эксплуатации системы

Пусть множества: $Q=\{q_1,q_2,...,q_n\},q_i\in Q,i=\overline{1,n}$ – множество возможных вероятностей исходных событий (отказов, аварий, катастроф), $C=\{c_1,c_2,...,c_n\},c_i\in C,i=\overline{1,n}$ – множество последствий (ущерба) от свершения i-х исходных событий, $t_i\in T$ – множество моментов времени, $r_i\in R$ – множество возможных рисков, $R=\sum_{i=1}^{n}R_i$.

Очевидно, что

$$R=H\{Q\times C\times T\} \quad (2)$$

или в скалярной форме

$$R(q,c,t)=\sum_{i=1}^{n}q_i(t)c_i(t), \quad (3)$$

где H – оператор, реализующий отображение

$Q\times C\times T\to R$,

или

$R(q,c,t)=H\{t,t_0,R_0(q_0,c_0,t_0),R(q,c]_{t_0}^{t}\}$,

где t – текущий момент времени, в который определяется риск;

t_0 – начальный момент наблюдения за состоянием системы, $t\ge t_0$;

q_0,c_0,R_0 – соответственно вероятность исходных состояний динамической системы, ущерб и риск в начальный момент времени наблюдения за состоянием системы.

Оператор H может быть представлен набором более простых операторов:

$H=\{H_j\},\ j=\overline{1,m}$.

Число *m* видов оператора H зависит от сложности системы, взаимодействия подсистем, блоков и элементов в системе (т.е. характером внутренних связей), влияния внешней среды, количества звеньев в иерархии управления, видов опасностей и угроз и различных других факторов.

Возможны следующие случаи.

Случай 1. Вероятности исходных событий q_i и ущерб c_i являются случайными и независимыми величинами. Тогда риск R определяется классическим способом по Ф. Фармеру

$$R=H_1\{q,c\}=\sum_{i=1}^{n}q_ic_i\ ,i=\overline{1,n}. \quad (4)$$

Случай 2. Вероятности исходных событий q_i и ущерб c_i являются независимыми случайными величинами [2], задаваемыми в общем случае своими законами распределения $f_Q(q/c_i)$ и $f_C(c/q_i)$, как показано на рисунке 1. Тогда

$R=H_2\{q,c\}$;

$$F_R(r)=\iint_W f_{QC}(q,c)dqdc=\iint_W f_Q(q)f_C(c)dqdc, \quad (5)$$

где $F_R(r)$ – функция распределения риска;

W – область определения, задаваемая как

$$W_1:\begin{cases}0\le q\le 1{,}0;\\ 0\le c\le c_{\max},\end{cases} \text{ или } W_2:\begin{cases}0\le q\le 1{,}0;\\ 0\le c\le r/q.\end{cases}$$

Случай 3. Вероятности исходных событий q_i и ущерб c_i являются зависимыми случайными величинами с функцией связи $Q=\alpha(c)$. Тогда

$R=H_3\{q,c/q\}$;

$$F_R(r)=\iint_{W_3} f_{Q/C}(q,c)dqdc=\int_0^{\infty}\int_0^{\alpha(c)} f_Q(q)\,f_C(c)dqdc, \quad (6)$$

по области интегрирования

$$W_3 : \begin{cases} 0 \le q \le \alpha(c); \\ 0 \le c < \infty. \end{cases}$$

Случай 4. Вероятности исходных событий и ущерба являются случайными функциями времени (случайными процессами), в общем случае как зависимыми, так и независимыми.

Тогда для независимых случайных процессов с распределениями $f_Q(q,t)$ и $f_C(c,t)$

$$R = H_4\{q,c,t\};$$

$$F_R(r) = \iint\limits_{W_3} f_Q(q,t) f_C(c,t) dq(t) dc(t). \quad (7)$$

Возможны и другие формы взаимосвязи между множествами Q, C и T. Например, учет предысторий во времени значений техногенного риска и т.д.

Опыт вычисления значений техногенного риска показывает, что определение ущерба $C_i(t)$ принципиальных трудностей не содержит, за исключением организационных, связанных с субъективными факторами. Большинство проблем возникает при определении значений вероятностей исходных событий отказов, аварий и катастроф. К настоящему времени в теории безопасности разработаны и широко применяются на практике для оценки $q_i(t)$ разнообразные логико-вероятностные модели, основанные на методах типа «дерево отказов» – «дерево событий», схемах функциональной целостности, общем логико-вероятностном методе, с использованием топологических, логико-графических и других методов. Многие из этих моделей теоретически хорошо описаны в отечественной и зарубежной литературе. Большинство из них максимально автоматизированы, доведены до реализации на ЭВМ [3] и рекомендованы многими национальными и международными организациями для практических расчетов при выполнении вероятностного анализа безопасности сложных высокоответственных динамических систем. Однако подавляющее число логико-вероятностных методов при расчете безопасности и риска вынуждены использовать характеристики надежности оборудования в виде вероятности или интенсивности отказов. А это связано с решением таких непростых задач, как: высокая надежность оборудования, малое число отказов, неоднородность и усеченность выборок, разнородность элементной базы, различие технологических схем и т.д.

Нахождение двумерной плотности вероятности $f_{QC}(q,c)$ дает нам возможность оценить вероятность событий с различным сочетанием значений распределений Q_i и C_i.

Так как СВ Q и C могут иметь в каждом конкретном случае различные законы распределения, то необходимо исследовать влияние на значение риска различных видов законов распределения этих СВ и значений их параметров распределения.

Функция распределения СВ R имеет вид:

$$F_R(r) = P(R < r) = P(R < q\,c) = \iint\limits_{W} f_{QC}(q,\ c) dq dc = \int\limits_0^1 \int\limits_0^{r/q} f_{QC}(q,\ c) dq dc. \quad (8)$$

Формула (8) при независимых величинах вероятности и ущерба видоизменится следующим образом:

$$F_R(r) = \int\limits_0^1 \int\limits_0^{r/q} f_Q(q)\, f_C(c) dq dc, \quad (9)$$

$$f_R\ (r) = \int\limits_q^1 \frac{1}{q} f_Q(q)\, f_C(\frac{r}{q}) dq. \quad (10)$$

Далее рассмотрим второй класс моделей техногенного риска, когда случайные величины вероятностей исходных событий и ущерб являются независимыми случайными величинами, имеющими различные сочетания своих законов распределения. В качестве исходных законов распределения случайных величин выбраны широко известные в математической статистике и теории надёжности законы: Гаусса, Рэлея, Вебулла, логарифмически нормальный и Стьюдента.

Получим аналитические функции плотности распределения риска для указанных выше законов распределения.

Например, по формуле (10) подставим выражения, описывающие плотности распределения вероятности и ущерба, соответственно для законов Гаусса и Релея, и получим:

$$f_R(r)=\int_0^1 \frac{1}{q} f_Q(q) f_C(\frac{r}{q})dq = \int_0^1 \frac{1}{q} \frac{1}{\sigma_q\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(q-m_q)^2}{2\sigma_q^2}} \frac{1}{\sigma_c\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(c-m_c)^2}{2\sigma_c^2}} dq =$$

$$= \frac{1}{2\pi\sigma_q\sigma_c}\int_0^1 \frac{1}{q}\exp\left\{-(q-m_q)^2/2\sigma_q^2-(r/q-m_c)^2/2\sigma_c^2\right\}dq;$$

$$f_R(r)=\int_0^1 \frac{1}{q} f_Q(q) f_C(\frac{r}{q})dq = \int_0^1 \frac{1}{q} \frac{q}{\sigma_q^2} e^{-\frac{q^2}{2\sigma_q^2}} \frac{c}{\sigma_c^2} e^{-\frac{c^2}{2\sigma_c^2}} dq =$$

$$= \frac{r}{\sigma_q^2\sigma_c^2}\int_0^1 \frac{1}{q}\exp\left\{-q^2/2\sigma_q^2 - r^2/2q^2\sigma_c^2\right\}dq.$$

Ниже приведены выражения для функций плотностей распределения вероятностей риска при других законах распределения вероятностей исходных событий и ущербов.

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q-Гаусса $m_q > 3\sigma_q$, C-Гаусса $m_c > 3\sigma_c$

$$f_R(r) = \frac{1}{2\pi\sigma_q\sigma_c}\times\int_0^1 \frac{1}{q}\exp\left\{-(q-m_q)^2/2\sigma_q^2-(r/q-m_c)^2/2\sigma_c^2\right\}dq$$

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q – Рэлея, C – Рэлея

$$f_R(r) = \frac{r}{\sigma_q^2\sigma_c^2}\times\int_0^1 \frac{1}{q}\exp\left\{-q^2/2\sigma_q^2 - r^2/2q^2\sigma_c^2\right\}dq.$$

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q – Вейбулла, C – Вейбулла

$$f_R(r) = \alpha_q\lambda_q\alpha_c\lambda_c r^{\alpha_c-1}\times\int_0^1 q^{\alpha_q-\alpha_c-1}\exp\{-\lambda_q q^{\alpha_q} - \lambda_c(\frac{r}{q})^{\alpha_c}\}dq.$$

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q – логарифмически нормальное, C – логарифмически нормальное

$$f_R(r) = \frac{1}{2\pi\sigma_q\sigma_c}\times\int_0^1 \frac{1}{q}\exp\left\{-\frac{(\ln q-m_q)^2}{2\sigma_q^2}-\frac{(\ln r/q-m_c)^2}{2\sigma_c^2}\right\}dq.$$

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q-Стьюдента, C-Стьюдента

$$f_R(r) = \frac{\Gamma\left(\frac{n_q+1}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n_c+1}{2}\right)}{\pi\sqrt{n_q n_c}\,\Gamma\left(\frac{n_q}{2}\right)\Gamma\left(\frac{n_c}{2}\right)}\times\int_0^1 \frac{1}{q}\left(1+\frac{q^2}{n_q}\right)^{-\frac{n_q+1}{2}}\left(1+\frac{r^2/q^2}{n_c}\right)^{-\frac{n_c+1}{2}}dq.$$

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q-усеченное нормальное, C- усеченное нормальное

$$f_R(r) = \frac{\int_0^1 \frac{1}{q}\exp\left\{\frac{(q-m_q)^2}{2\sigma_q^2}-\frac{(r/q-m_c)^2}{2\sigma_c^2}\right\}dq}{2\pi_q\sigma_c\left[\Phi\left(\frac{a_{2q}-m_q}{\sigma_q}\right)-\Phi\left(\frac{a_{1q}-m_q}{\sigma_q}\right)\right]\left[\Phi\left(\frac{a_{2c}-m_c}{\sigma_c}\right)-\Phi\left(\frac{a_{1c}-m_c}{\sigma_c}\right)\right]}.$$

Как видно из приведенных данных, аналитические выражения для функций плотности $f_R(r)$ зависят от параметров соответствующих законов распределений, что является преимуществом с точки зрения простоты определения функций распределения риска $F_R(r)$. Определение параметров законов плотностей $f_Q(q)$ и $f_C(c)$ можно получить двумя путями: первый путь – по статистическим данным реальной эксплуатации конкретного объекта или его аналогов, второй – методами математического моделирования на ЭВМ. Второй путь, естественно, имеет свои преимущества и недостатки по сравнению с первым. Для первого пути точность получения параметров законов

распределения СВ по экспериментальным, статистическим данным всегда связан с проблемами обработки малых выборок.

Возможны случаи, когда распределения вероятностей исходных событий и ущерба имеют в отличие от приведенных разные виды законов распределения плотностей $f_Q(q)$ и $f_C(c)$. Так, например, если $f_Q(q)$ имеет закон распределения Рэлея, а $f_C(c)$ нормальный, то плотность распределения техногенного риска будет иметь вид:

$$f_R(r) = \int_0^1 \frac{1}{q} f_Q(q) f_c(\frac{r}{q}) dq = \int_0^1 \frac{1}{q} \frac{q}{\sigma_q^2 \sigma_c \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{q^2}{2\sigma_q^2}} e^{-\frac{(r/q-m_c)^2}{2\sigma_c^2}} dq =$$

$$= \frac{1}{\sigma_q^2 \sigma_c \sqrt{2\pi}} \int_0^1 \exp\left\{ -\frac{q^2}{2\sigma_q^2} - \frac{(r/q-m_c)^2}{2\sigma_c^2} \right\} dq.$$

При этом, если $f_Q(q)$ – распределение Стъюдента, а $f_C(c)$ – Вейбулла, то:

$$f_R(r) = \int_0^1 \frac{1}{q} f_Q(q) f_c(\frac{r}{q}) dq = \int_0^1 \frac{1}{q} \frac{\Gamma\left(\frac{n_q+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n_q}{2}\right)\sqrt{\pi n_q}} \left(1+\frac{q^2}{n_q}\right)^{-\frac{n_q+1}{2}} \alpha_c \lambda_c c^{\alpha_c - 1} e^{-\lambda_c c^{\alpha_c}} =$$

$$= \frac{\alpha_c \lambda_c}{r} \frac{\Gamma\left(\frac{n_q+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{n_q}{2}\right)\sqrt{\pi n_q}} \int_0^1 \left(1+\frac{q^2}{n_q}\right)^{-\frac{n_q+1}{2}} \left(\frac{r}{q}\right)^{\alpha_c} \exp\left(-\lambda_c \left(\frac{r}{q}\right)^{\alpha_c} \right) dq.$$

Для других сочетаний законов распределения аналитические зависимости для функций плотности распределения техногенного риска представлены ниже.

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q – Рэлея, C – Гаусса, $m_c > 3\sigma_c$

$$\frac{1}{\sigma_q^2 \sigma_c \sqrt{2\pi}} \int_0^1 \exp\left\{ -\frac{q^2}{2\sigma_q^2} - \frac{(r/q-m_c)^2}{2\sigma_c^2} \right\} dq.$$

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q – экспоненциальное, C – Рэлея

$$\frac{r\lambda_q}{\sigma_c^2} \int_0^1 \frac{1}{q^2} \exp\left\{ -\lambda_q q - r^2/2q^2\sigma_c^2 \right\} dq.$$

Распределения вероятности Q и ущерба C: Q – Рэлея, C – экспоненциальное

$$\frac{\lambda_c}{\sigma_q^2} \int_0^1 \exp\left\{ -\frac{q^2}{2\sigma_q^2} - \frac{r\lambda_c}{q} \right\} dq.$$

Как и в случае, когда значение техногенного риска зависело от одинаковых ЗР СВ Q и C, так и в рассматриваемых комбинациях виды ЗР СВ и параметры ЗР существенно влияют на значение техногенного риска. Для рассмотренных сочетаний ЗР СВ Q и C можно резюмировать следующее:

1. При большом значении степеней свободы «*n*» значение результирующей функции плотности $f_{QC}(q,c)$ сильно возрастает при малых значениях q и c.

2. При λ_c = 0,0001 наблюдается увеличение значение плотности риска при большем значении ущерба, чем при λ_c = 0,1.

3. При увеличении значения коэффициента α_c значение функции плотности $f_{QC}(q,c)$ постепенно начинает увеличиваться, а ущерб уменьшаться.

4. При увеличении значения «*n*» значение функции $f_{QC}(q,c)$ резко возрастает, а вид графика существенно изменяется.

5. Относительно же значения λ_c (читай - интенсивности ущерба) можно сделать вывод, что ее увеличение ведет к смещению максимума функции к нулю.

Заключение

При рассмотрении конкретных технических систем вероятность Q и ущерб C можно рассматривать как случайные величины, которые имеют свои распределения $f_Q(q)$ и $f_C(c)$. Ущерб C есть случайная величина, а вероятность события Q также может считаться величиной случайной, потому что она оценивается с некоторой степенью достоверности по ограниченной выборке (например, по статистике аварий). Тогда мы имеем систему двух случайных величин с заданными распределениями (пусть они и экспериментальные) и можем ставить вопрос о поиске совместного распределения $f_{QC}(q,c)$. При этом возможно два варианта предположений: случайные величины Q и C независимы (некоррелированы); и случайные величины Q и C зависимы (коррелированы).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Острейковский, В. А. Моделирование техногенного риска как многомерного распределения вероятностей исходных событий и ущерба / В. А. Острейковский, Е. Н. Шевченко // International Scientific School “Modeling and Analysis of Safety and Risk in Complex Systems” (MA SR – 2010). St.Petersburg, July 6-10, 2010). // Proceedings St. Petersburg. 2010. P. 441–446.
2. Острейковский В. А. Математические модели теории техногенного риска : монография / В. А. Острейковский ; Сургут. гос. ун-т ХМАО – Югры. – Сургут: ИЦ СурГУ, 2012. – 253 с.
3. Острейковский, В. А. Безопасность атомных станций. Вероятностный анализ / В. А. Острейковский, Ю. В. Швыряев. – М. : Физматлит, 2008. – 353 с

Путилин А.Н.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»

РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТРОЛЬНЫХ ПАКЕТОВ

Введение

В статье рассматривается система повышения достоверности (СПД) передачи сообщений, функционирующая следующим образом. Передаваемое в дискретный канал дискретное сообщение конечной длины, называемое кодограммой (КДГ), формируется вызывающим абонентом (ВА) в соответствии с ниже следующим алгоритмом.

1. Функционирование системы повышения достоверности с передачей контрольных пакетов

Алгоритм передачи контрольных пакетов следующий:

1.1.Информационное сообщение (ИС) длиною L бит – $i_1, i_2, \ldots, i_L$ разбивается на пакеты (П) длиною m информационных бит: $i_1, i_2, \ldots, i_m, i_{m+1}, \ldots, i_L$, $\mathrm{l}_1, \mathrm{l}_2, \ldots, \mathrm{l}_\mathrm{m}, \mathrm{l}_{\mathrm{m}+1}, \ldots, \mathrm{l}_\mathrm{L}$. Последовательность этих пакетов разбивается на r серий пакетов (СП) по k пакетов в серии, то есть $L = m * k * r$.

1.2.К каждому пакету добавляются биты со служебной информацией (контрольная сумма, флаг цикловой синхронизации, номер пакета и прочее) из s бит. Так формируются канальные блоки длины $n = m + s$.

1.3.После передачи серии из k канальных блоков формируется контрольный пакет первого типа. В нем на месте информационных бит стоят проверочные биты, определяемые следующим образом:

$$c_{iy}^1 = \mathrm{mod}_2\left(\sum_{u=1}^{k} l_{i+(u-1)*m+(y-1)*k*m}\right),$$

где i – номер бита в проверочном пакете первого типа,

u – номер канального блока,

y – номер серии канальных блоков, $y \in \{1,2,...,r\}$.

Контрольным пакетом первого типа завершается каждая серия канальных блоков. Служебные символы в нем формируются так же, как и в информационных пакетах.

1.4. После передачи всех r серий сообщения формируется $r+1$ серия контрольных пакетов второго типа. В них на месте информационных бит стоят проверочные биты, определяемые следующим образом:

$$c_{iu}^2 = \mathrm{mod}_2\left(\sum_{y=1}^{r} l_{i+(u-1)*m+(y-1)*k*m}\right),$$

где i – номер бита в проверочном пакете второго типа,

u – номер канального блока,

y – номер серии канальных блоков, $y \in \{1,2,...,r\}$.

Серия контрольных пакетов второго типа завершается контрольным пакетом первого типа. Он позволит исправлять ошибки собственно в серии контрольных пакетов второго типа точно так же как контрольные пакеты первого типа позволят исправить ошибки в одной серии канальных блоков, а второго типа – в бит с одинаковыми номерам, принадлежащими разным сериям канальных блоков.

1.5. В дискретный канал передаются сформированные канальные блоки последовательно, по возрастанию их номеров и номеров их серий. Таким образом, канальный блок имеет длину

$L_{k\delta} = (m+s)(k+1)(r+1)$.

Количество канальных блоков в кодограмме $N_{k\delta} = (k+1)(r+1)$. Формат передаваемой кодограммы поясняет рисунок 1.

Отвечающий абонент (ОА) принимает кодограмму и строит трехмерный массив данных в соответствии с форматом переданной кодограммы, представленным на рисунке 1. Строкой в этом массиве называется последовательность бит с одинаковыми номерами, принадлежащих различными кодовым блокам одной серии. Столбцом называется последовательность бит с одинаковыми номерами, принадлежащих одинаковым кодовым блокам различных серий серии. Некоторые канальные блоки могут оказаться непринятыми, некоторые – принятыми с ошибками. Массив строится по номерам принятых кодограмм.

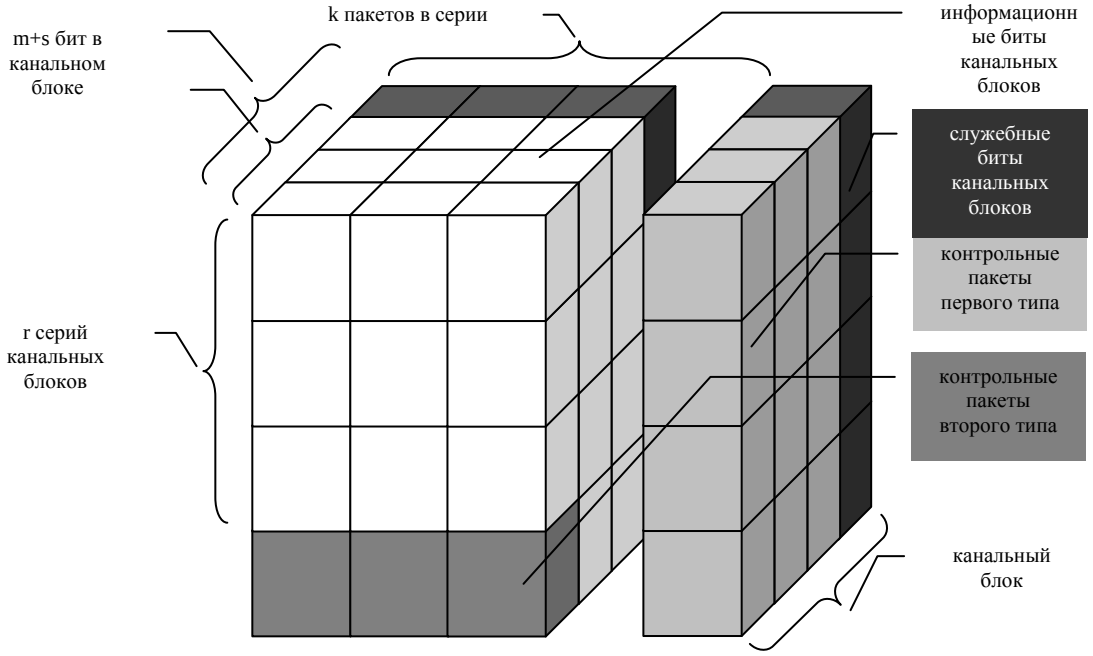


Рис.1. Формат передаваемой кодограммы

Рассмотрим алгоритм приема кодограммы, состоящий из следующих шагов.

1. На место бит непринятых кодограмм записываются единицы.
2. Определяется массив весов принятых бит. Его формат аналогичен формату принятой кодограммы. Всем битам массива весов присваиваются веса равные 0.
3. Проверяются все контрольные суммы канальных блоков.
4. Всем битам в канальных блоках с правильной контрольной суммой присваивается вес 1.
5. Вычисляется количество бит с весом 1 в принятом сообщении на i-й итерации – $n_i, n_0 = 0$.

Определяются разности $D_i = L - n_i$ и $N_i = n_{i-1} - n_i$.

6. Если $D = 0$, то переход к п. 11. Если $D \neq 0$ и $N_i \neq 0$, то переход к п. 7. Если $D \neq 0$ и $N_i - 0$, то отвечающий абонент (ОА) выдает получателю служебное сообщение о неправильном приеме кодограммы. В дуплексном канале ОА посылает ВА квитанцию с запросом повторной передачи кодограммы, переход к п. 12.
7. Отыскиваются все строки, в которых присутствует только 1 бит с весом 0, а остальные имеют вес, равный 1.
8. Биту с весом 0 присваивается значение, равное сумме всех остальных бит в строке по модулю 2 и вес, равный 1.
9. Отыскиваются все столбцы, в которых присутствует только 1 бит с весом 0, а остальные имеют вес, равный 1.

10. Биту с весом 0 присваивается значение, равное сумме всех остальных бит в столбце по модулю 2 и вес, равный 1. Переход к п. 3.

11. Выдача получателю сообщения. В дуплексном канале ОА посылает ВА квитанцию с подтверждением приема кодограммы.

Конец алгоритма.

2. Методика расчета эффективности функционирования системы повышения достоверности с передачей контрольных пакетов

Как видно из алгоритма формирования кодограммы скорость кода определяется соотношением:

$$R = \frac{N_{\grave{e}\tilde{n}}}{N_{\hat{e}\ddot{a}\tilde{a}}} = \frac{m \cdot k \cdot r}{(m+s)(k+1)(r+1)} = \left[\left(1+\frac{s}{m}\right)\left(1+\frac{1}{k}\right)\left(1+\frac{1}{r}\right)\right]^{-1}, \quad (1)$$

где $N_{ис}$ и $N_{кдг}$ – число бит в информационном сообщении и формируемой кодограмме, соответственно.

Как видно из алгоритма приема кодограммы максимальное число исправляемых в кодограмме ошибок равно $N_{\grave{e}\tilde{n}\tilde{i}}^{\max} = (m+s)\cdot(k+r+1)$.

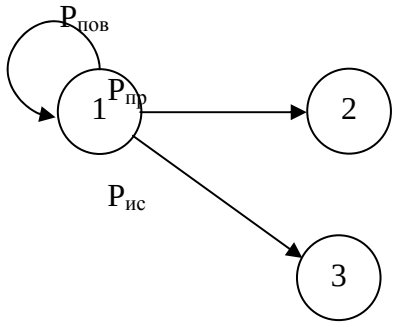


Рис. 2. Граф смены состояний рассматриваемой системы

Оценим вероятностно-временные характеристики (ВВХ) передачи сообщений в рассматриваемой СПД. Граф смены состояний рассматриваемой системы приведен на рисунке 2.

При передаче кодограммы могут произойти три события: правильный прием сообщения, прием искаженного сообщения и повторная передача сообщения. Вероятности этих событий обозначены на рисунке 2: $P_{пр}, P_{ис}, P_{пов}$ соответственно. Вероятность приема искаженного сообщения определяется, значениями k, s и кодовым расстоянием кода, используемого в контрольной сумме канальных блоков. Так код CRC-16 формируемый в соответствии с Рекомендацией ITU-T V.42 обеспечивает для сообщений практически используемых длин вероятность искажения сообщения не хуже 10^{-11}, поэтому для расчета ВВХ можно полагать вероятность приема искаженного сообщения равной 0. Отсюда, $P_{пов} = 1 - P_{пр}$. Таким образом, для определения ВВХ необходимо задать циклограммы сеанса повышения достоверности и вероятность $P_{пер}$.

Цикл передачи состоит из времени передачи кодограммы, времени её анализа ОА и времени передачи квитанции. Время на передачу кодограммы определяется как:

$$T_{кдг}^{пер} = \frac{(m+s)(k+1)(r+1)}{V_{пер}} + t_{распр} \quad (2)$$

где $V_{пер}$ – скорость передачи в радиоканале,

$t_{распр}$ – время распространения сигнала в радиолинии.

Время анализа кодограммы ОА обозначим $t_{ан}$. Время передачи квитанции будем полагать равным времени передачи кодограммы.

Отсюда время передачи кодограммы с i-й попытки определяется соотношением:

$$T^{пер}(i) = (2T_{кдг}^{пер} + t_{ан})\cdot i - T_{кдг}^{пер} = (2i-1)\cdot\left(\frac{(m+s)(k+1)(r+1)}{V_{пер}} + t_{распр}\right) + t_{ан}\cdot i \quad (3)$$

в соответствии с (2).

Вероятность своевременной доставки кодограммы определяется как:

$$P\left(t \le t_{доп}\right) = P_{пов}^{к-1} \cdot \left(1 - P_{пов}\right), \quad (4)$$

где $t_{äîï}$ – допустимое (требуемое) время доставки кодограммы,

$k = \arg \min_{i \in Z} \left(t_{доп} - T^{пер}(i)\right)\Big|_{t_{доп} \ge T^{пер}(i)}$, в соответствии с формулой (3).

Определим $P_{пов}$. Для оценки статистики возникновения ошибок в канале будем использовать известное соотношение Пуртова – Замрия – Захарова (ПЗЗ) для определения вероятности возникновения более m ошибок в пакете из n бит [1–5]:

$$P(\ge m, n) = \left(\frac{n}{m}\right)^{1-\alpha} * p, \quad (5)$$

где α – показатель группирования ошибок,

$\alpha \in [0,1]$, p – вероятность ошибки на бит.

Отсюда при передаче сообщения вероятность приема одного из кодовых блоков с ошибкой равна:

$$P_{ош}^{кб} = P(\ge 1, m+s) = (m+s)^{1-\alpha} * p \,. \quad (6)$$

Далее будем полагать, что возникновение ошибок в различных кодовых блоках происходит независимо.

Повторная передача пакета происходит в случаях:

1. Приема ОА кодограммы с ошибкой, формирования ею квитанции с требованием повторной передачи сообщения и успешной доставки квитанции.

2. Приема ОА кодограммы с ошибкой, формирования им квитанции с требованием повторной передачи сообщения и недоставки квитанции. В этом случае повторная передача начинается ВА по истечении времени, зарезервированного на получение квитанции.

3. В случае, когда ОА кодограмма не принята вследствие отсутствия синхронизации на входе приемника, ОА не формирует квитанцию, а ВА также начинает повторную передачу по истечении времени, зарезервированного на получение квитанции.

Во всех случаях до момента начала повторной передачи проходит одинаковое время.

Событие приема кодограммы с ошибкой и последующий её переспрос в рассматриваемой системе может наступить только вследствие одновременного детектирования в этой кодограмме ошибок в не менее чем четырех кодовых блоках, расположенных на пересечении двух строк и двух столбцов формата передаваемой кодограммы (рисунок 1). Ошибочно принятые кодограммы, расположенные иным образом, исправляются предлагаемой кодовой конструкцией. На рисунке 2 приведена неисправляемая комбинация расположения кодовых блоков, принятых с ошибкой в формате передаваемой кодограммы. Цифрами обозначены номера кодовых блоков, принятых с ошибкой.

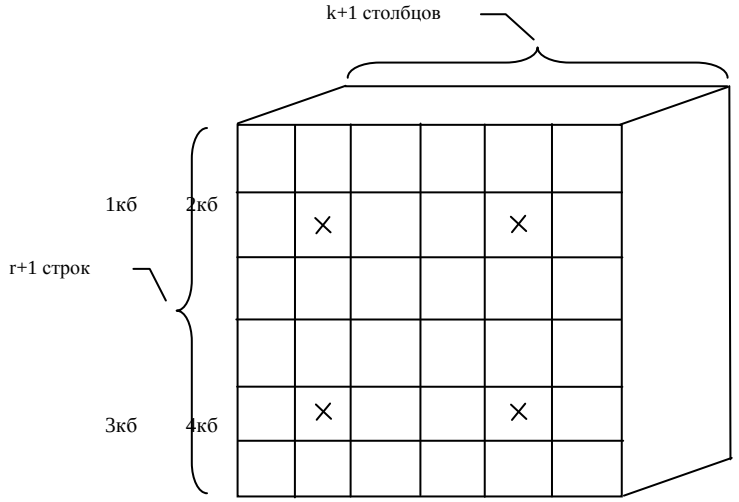


Рис. 2. Неисправляемая комбинация расположения кодовых блоков в кодограмме

Событие приема кодограммы с ошибкой возникает вследствие детектирования хотя бы одной неисправляемой комбинации кодовых блоков в формате переданной кодограммы. Для наступления этого события должны произойти одновременно четыре события:

1. Прием одного кодового блока с ошибкой. Вероятность этого события $P_{ош}^{кб}$.

2. Прием в одной строке с первым кодовым блоком второго кодового блока с ошибкой. Вероятность события равна $\frac{k}{(k+1)(r+1)} P_{ош}^{кб}$.

3. Прием в одном столбце с первым кодовым блоком третьего кодового блока с ошибкой. Вероятность этого события равна $\frac{r}{(k+1)(r+1)} P_{ош}^{кб}$.

4. Прием в одной строке с третьим кодовым блоком и в одном столбце со вторым кодовым блоком кодового блока с ошибкой. Вероятность этого события равна $\frac{1}{(k+1)(r+1)} P_{ош}^{кб}$.

Таким образом, вероятность повторной передачи кодового блока определяется как:

$$P_{пов} = P_{ош}^{кб} \cdot \frac{k}{(k+1)(r+1)} P_{ош}^{кб} \cdot \frac{r}{(k+1)(r+1)} P_{ош}^{кб} \cdot \frac{1}{(k+1)(r+1)} P_{ош}^{кб} = \left(P_{ош}^{кб}\right)^4 \frac{kr}{(k+1)^3 (r+1)^3}.$$

Отсюда, используя введенные выше обозначения и соотношение (6) получим:

$$P_{пов} = \left(p(m+s)^{1-\alpha}\right) kr \left(\frac{p(m+s)^{1-\alpha}}{(k+1)(r+1)}\right)^3 < \frac{p(m+s)^{4(1-\alpha)}}{(k+1)^2 (r+1)^2}. \quad (7)$$

Полученные расчетные соотношения (3–4) и (7) позволяют определить вероятностно-временные характеристики рассматриваемой системы повышения достоверности, как в симплексном канале, так и в дуплексном каналах связи.

Заключение

В качестве примера рассматривалась система повышения достоверности в которой сообщение имеет длину 2016 бит. Используется канал со скоростью 4,8 Кб/с и средней вероятностью ошибки 0.02. Коэффициент группирования ошибок в канале – 0.35 по модели Пуртова – Замрия – Захарова. При избыточности в сообщении от использования контрольных кадров менее 42 % рассматриваемый алгоритм повышения достоверности имеет вероятность повторного переспроса сообщения $2.4*10^{-4}$. Это обеспечивает вероятность своевременной доставки сообщения практически равную единице при допустимом времени задержки в одну секунду.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров А.И. Методы анализа и синтеза систем передачи дискретной информации. // Л.: ВАС,1970.– 248 с.
2. Захаров А.И. Основы передачи данных. // Л.: ВАС, 1985. – 156 с.
3. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. // М.: Сов. радио, 1970. – 728с.
4. Передача дискретных сообщений. Учебник для вузов / Под ред. В.П. Шувалова. // М.: Радио и связь, 1990.
5. Общая теория связи / Под ред. Финка Л.М. // Л.: ВАС, 1970.– 412с.

Путилин А.Н.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»

МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛИНИИ РАДИОСВЯЗИ И СТАНЦИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ

Введение

В статье рассмотрен подход к математическому описанию следующего процесса. Два абонента ведут информационный обмен в линии радиосвязи КВ или УКВ диапазона. Станция радиоэлектронного подавления (РЭП) мешает этому процессу постановкой преднамеренных помех. Описание основывается на построении формальной операторной модели А.М.Чуднова [13]. Далее определяются диапазоны численных значений в рассматриваемой модели. Затем предлагается к рассмотрению обобщенный алгоритм рассматриваемого взаимодействия. Он позволяет от формального описания процесса операторами перейти к определению функциональных зависимостей. В терминах теории стохастического управления процесс описывается как полумарковский. Предложена редукция числа его состояний, позволяющая существенно сократить сложность модели с сохранением возможности определения вероятностно-временных характеристик обмена сообщениями в рассматриваемых радиолиниях.

1. Операторная модель взаимодействия линии радиосвязи КВ и УКВ диапазонов и станции радиоэлектронного подавления вероятного противника

Линию радиосвязи, функционирующую в условиях радиоэлектронного подавления, будем рассматривать как объект управления [1–8], находящийся под воздействием двух, управляющих им субъектов. Это система управления радиолинией и система управления средствами РЭП. Их интересы противоположны (антагонистичны): система управления радиолинией стремиться максимизировать эффективность своего функционирования (например, – вероятность доставки

пакета за установленное время), а система РЭП стремится её минимизировать. Поэтому будет естественным выбор для формального описания исследуемого объекта аппарата теории игр [9–11] и описание рассматриваемого взаимодействия как антагонистической игры с двумя игроками. В зависимости от реализуемых в аппаратуре радиосвязи и РЭП алгоритмов управления стратегии игроков могут быть как динамическими, так и статическими.

Взаимодействие линии радиосвязи и станции РЭП вероятного противника будем представлять в виде графа функционального взаимодействия линии радиосвязи и станции РЭП (операторного графа), представленного на рисунке 1 [13]. На этом графе определены циклы управления игроков и показатель эффективности функционирования рассматриваемой системы.

Оператором называют однозначно установленное соответствие элементов первого множества элементам второго множества. Оператор может быть задан функционально, таблично или любым другим возможным способом. Цель представленного ниже описания – формальное установление соответствий (зависимостей) между состояниями составных частей описываемой модели, а также соответствие между состояниями объекта исследования и эффективностью его функционирования. В представленной модели предлагается декомпозиция рассматриваемой системы передачи информации на семь составных частей. Объектом исследования является радиолиния, функционирующая в условиях преднамеренного подавления. Она включает в себя передатчик вызывающей радиостанции (ВР) и приемник отвечающей радиостанции (ОР). Радиостанцией (станцией РЭП) называют комплект из радиоприемных, радиопередающих устройств и вычислительного комплекса (ВК) управления режимами функционирования.

Радиолиния в каждый момент t находится в одном из состояний $s(t)$ из множества состояний S, (рисунок 1). Состояние в каждый момент времени характеризуется значением показателя эффективности $q(t)$ (quality), физическая суть которого должна быть заранее обоснована, а расчетные соотношения для его численного определения заранее установлены $Q: s(t) \to q(t)$. Состояния объекта могут измениться как вследствие воздействий от системы принятия решений на управление (СПРУ) радиолинией, так и от системы принятия решений на подавление (СПРП), являющейся составной частью станции РЭП.

СПРУ в процессе функционирования может изменять технические характеристики радиолинии: рабочие частоты, скорость передачи, модуляцию, кодирование, скважность передачи и прочее, реализуя тем самым стратегию функционирования радиолинии. СПРП в процессе функционирования изменяет рабочие частоты, скважность воздействия помехи, форму помехового сигнала и прочее, реализуя тем самым стратегию постановки помех. И СПРУ, и СПРП имеют ограничения степеней свободы выбора стратегий, которые оговариваются специальным образом. Так СПРУ может иметь ограничения по выбору типов сигналов, кодов, скоростей передачи, энергетике радиолинии. СПРП, как правило, имеет ограничения по энергетике помехи, также может иметь ограничения по скорости реакции, типам формируемых помех и прочее.

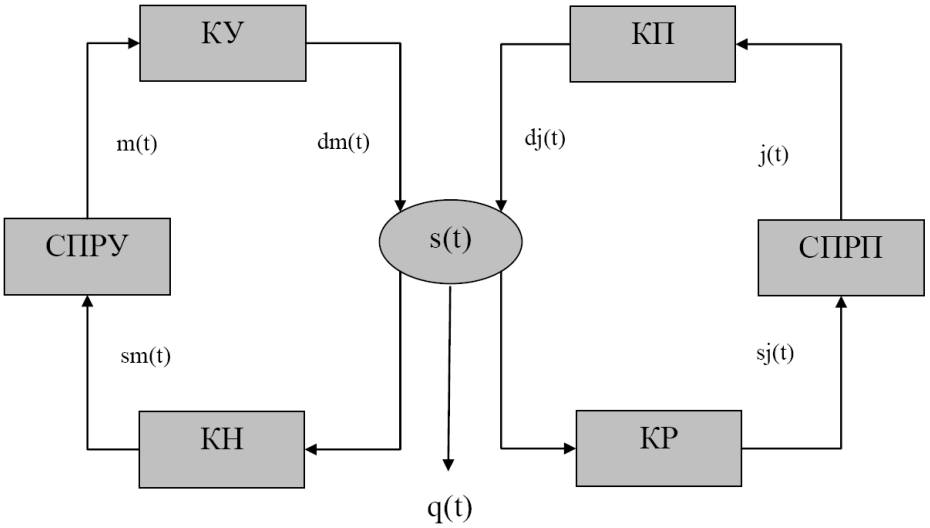


Рис. 1. Граф функционального взаимодействия линии радиосвязи и станции РЭП (операторный граф)

СПРУ принимает решения на основе наблюдения, которые она получает из канала наблюдения (КН) и реализует свои решения через канал управления (КУ). Эти каналы характеризуются: временами задержки в них наблюдаемых состояний, а также операторами преобразования входных состояний в выходные. Так КН характеризуется оператором преобразования текущего состояния объекта управления в наблюдение на входе СПРУ, то есть КН: $s(t) \to sm(t)$ (state to management).

Текущее решение СПРУ обозначено на рисунке 2 – $m(t)$, доставленное решение на управление КУ – $dm(t)$ (delivering management).

Система принятия решений на подавление принимает решения на основе наблюдения, которые она получает из канала разведки (КР) и реализует свои решения через канал подавления (КП). Эти каналы характеризуются: временами задержки в них наблюдаемых состояний, а также операторами преобразования входных состояний в выходные. Так КР характеризуется оператором преобразования текущего состояния объекта управления в наблюдение на входе СПРП, то есть КР: $s(t) \to sj(t)$ (state to jammer). Текущее решение СПРП обозначено на рисунке $1-j(t)$, доставленное решение на подавление КУ: $m(t) \to dm(t)$ (delivering jamming).

Показатель эффективности:

$$\overline{Q}(\alpha,\beta,\gamma) = \int_0^T Q(t,\alpha,\beta,\gamma)\mathrm{dt},$$

где T – время функционирования радиолинии,

α,β – вектора параметров, определяющих стратегии радиолинии и станции РЭП, соответственно,

γ – вектор параметров, описывающий структуру рассматриваемой системы связи.

Задача анализа – найти верхнюю границу эффективности:

$$Q(\gamma) = \max_{\alpha} \min_{\beta} \int_0^T Q(t,\alpha,\beta,\gamma)\mathrm{dt}.$$

Задача синтеза – определить:

$$(\alpha(\gamma),\beta(\gamma)) = \arg\max_{\alpha} \min_{\beta} \int_0^T Q(t,\alpha,\beta,\gamma)\mathrm{dt}.$$

2. Определение параметров модели взаимодействия радиолинии и станции РЭП

Для уточнения и конкретизации представленной модели рассмотрим топологическую схему взаимодействия радиолинии и станции РЭП, представленную на рисунке 2. Использованы следующие обозначения:

- ВК В – вычислительный комплекс вызывающей радиостанции,
- ВК О – вычислительный комплекс отвечающей радиостанции,
- ВК РЭП – вычислительный комплекс станции РЭП,
- L_{BO}, L_{BP}, L_{PO} – расстояния между вызывающей и отвечающей радиостанциями, вызывающей радиостанцией и станцией РЭП, станцией РЭП и отвечающей радиостанцией, соответственно,
- $L_{pBB}, L_{pBB}, L_{pPO}$ – времена распространения сигнала между парами абонентов, аналогично предыдущему обозначению.

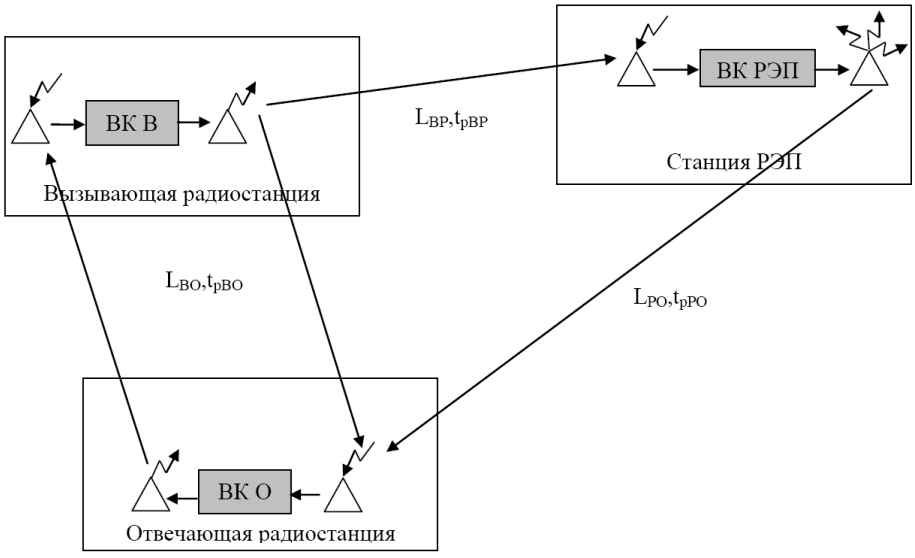


Рис 2. Топологическая схема взаимодействия радиолинии и станции РЭП

Граничные значения указанных параметров для систем КВ и УКВ радиосвязи представлены в таблице 1.

Таблица 1

Граничные значения дистанций радиосвязи и времен распространения сигналов

	Параметры	min	max	Параметры	min	max	Параметры	min	max
КВ	$L_{ВО}$, км	300	3000	$L_{ВР}$	500	5000	$L_{РО}$	500	5000
	$t_{рВО}$, мс	1	10	$t_{рВР}$	1.6	16	$t_{рРО}$	1.6	16
УКВ	$L_{ВО}$, км	1	120	$L_{ВР}$	1	120	$L_{РО}$	1	120
	$t_{рВО}$, мкс	3	400	$t_{рВР}$	3	400	$t_{рРО}$	3	400

На основании данных таблицы 1, структуры составных частей рассматриваемой модели уточним её содержание. На рисунке 3 представлена уточненная функциональная схема взаимодействия линии радиосвязи и станции РЭП.

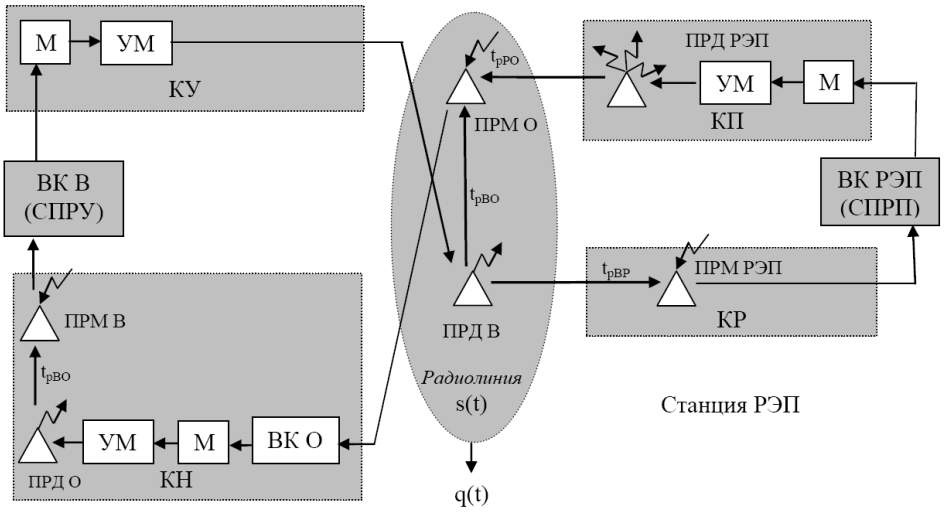


Рис. 3. Уточненная функциональная схема взаимодействия линии радиосвязи и станции РЭП

Жирными линиями отмечены радиоканалы, передача информации в которых связана со значительными временными задержками. Простыми линиями отмечены каналы передачи информации в аппаратуре станций радиосвязи и РЭП. Используются следующие обозначения:

УМ – усилитель мощности,

М – модулятор,

ПРМ В, ПРМ О, ПРМ РЭП – приемники вызывающей, отвечающей радиостанций и станции РЭП, соответственно,

ПРД В, ПРД О, ПРД РЭП – передатчики вызывающей, отвечающей радиостанций и станции РЭП, соответственно.

Приведенная на рисунке 3 схема позволяет составить временную диаграмму процесса взаимодействия линии радиосвязи и станции РЭП, см. рисунок 4.

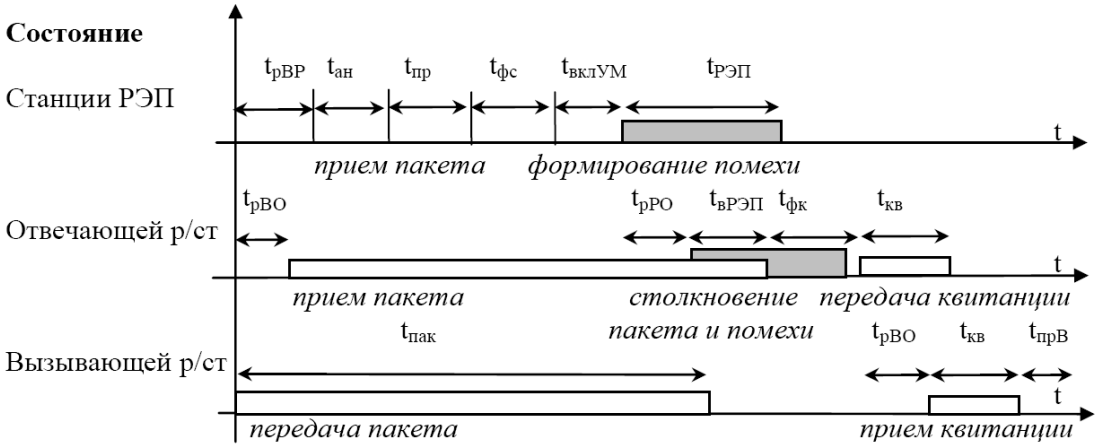


Рис. 4. Временная диаграмма процесса взаимодействия линии радиосвязи и станции РЭП

На рисунке 4 используются следующие новые обозначения:

– $t_{ПАК}$ – время передачи пакета (кодограммы),

– $t_{фк}$ – время формирования квитанции отвечающей станцией,

– $t_{КВ}$ – время передачи квитанции,

– $t_{ан}$ – время анализа принятого сигнала станцией РЭП,

– $t_{пр}$ – время принятия решения на выбор режима подавления радиолинии станцией РЭП,

– $t_{прВ}$ – время принятия решения на выбор режима функционирования радиолинии ВК вызывающей станции,

– $t_{фс}$ – время формирования сигнала станцией РЭП,

– $t_{вкпУМ}$ – время переключения режима функционирования усилителя мощности (в том числе включения),

– $t_{РЭП}$ – длительность интервала воздействия сформированной помехи,

– $t_{вРЭП}$ – длительность интервала столкновения принимаемого пакета и сформированной помехи.

Таким образом, циклы управления игроков в рассматриваемой модели характеризуются следующими временами задержек:

$t_{КР} = t_{рВР} + t_{ан}$, $t_{СПРП} = t_{пр} + t_{фс}$, $t_{КП} = t_{вкпУМ} + t_{рРО}$,

$t_{КН} = 2t_{рВО} + t_{фк} + t_{вкпУМ} + t_{кв}$, $t_{СПРУ} = t_{прВ}$, $t_{КУ} = t_{вкпУМ} + t_{ПАК}$,

где $t_{КР}$ – время задержки в канале разведки,

$t_{СПРП}$ – время задержки в системе принятия решений на подавление,

$t_{КП}$ – время задержки в канале подавления,

$t_{КН}$ – время задержки в канале наблюдения,

$t_{СПРУ}$ – время задержки в системе принятия решений на управление,

$t_{КУ}$ – время задержки в канале управления.

Длительность цикла управления станции РЭП равна

$t_{РЭП} = t_{КР}\ t_{СПРП}\ t_{КП} = t_{рВР} + t_{ан} + t_{пр} + t_{фс} + t_{вкпУМ} + t_{рРО}$.

Время цикла управления радиолинии определяется как

$t_{РЛ} = t_{КН} + t_{СПРУ} + t_{КУ} = 2t_{рВО} + t_{фк} + t_{вкпУМ} + t_{кв} + t_{прВ} + t_{вкпУМ} + t_{ПАК}$.

Диапазоны значений составляющих циклов управления приведены в таблицах 2-А и 2-Б. Отметим, что время включения усилителя мощности (УМ) $t_{вклУМ}$ ограничивается двумя факторами: временем передачи команды по интерфейсу управления и временем переключения октавных фильтров. Если усилитель мощности имеет в качестве интерфейса управления Ethernet, то это время стремится к нулю и им можно пренебречь. Если это низкоскоростной интерфейс типа ИРПС или RS–232C (RS–422), то время передачи командного пакета составит не меньше 40 мс (пакет – 100 бит, скорость передачи 2400 бит/с). Октавные фильтры переключаются с помощью реле. У наилучших реле, вмещающих 1 КВт и более, время стабилизации переходного процесса составляет 32–35 мс.

Таблица 2-А

Диапазоны значений составляющих циклов управления для радиолинии КВ диапазона

	$t_{РЭП}$	$t_{КР}$	$t_{рВР}$	$t_{ан}$	$t_{СПРП}$	$t_{пр}$	$t_{фс}$	$t_{КП}$	$t_{вклУМ}$	$t_{рРО}$
min, мс	48.2	11.6	1.6	10	0	0	0	36.6	35	1.6
max, мс	342	116	16	100	110	10	100	116	100	16
	$t_{РЛ}$	$t_{КН}$	$t_{рВО}$	$t_{фк}$	$t_{вклУМ}$	$t_{кв}$	$t_{СПРУ}$	$t_{КУ}$	$t_{вклУМ}$	$t_{пак}$
min, мс	21	11	1	0	0	10	0	10	0	10
max, мс	521	211	10	1	100	100	10	300	100	200

Таблица 2-Б

Диапазоны значений составляющих циклов управления для радиолинии КВ диапазона для радиолинии УКВ диапазона

	$t_{РЭП}$	$t_{КР}$	$t_{рВР}$	$t_{ан}$	$t_{СПРП}$	$t_{пр}$	$t_{фс}$	$t_{КП}$	$t_{вклУМ}$	$t_{рРО}$
min, мс	45	10	0	10	0	0	0	35	35	0
max, мс	310.8	100.4	0.4	100	110	10	100	100.4	100	0.4

	$t_{РЛ}$	$t_{КН}$	$t_{рВО}$	$t_{фк}$	$t_{вклУМ}$	$t_{кв}$	$t_{СПРУ}$	$t_{КУ}$	$t_{вклУМ}$	$t_{пак}$
min, мс	20	10	0	0	0	10	0	10	0	10
max, мс	511.4	201.4	0.4	1	100	100	10	300	100	200

Данные таблиц 2-А и 2-Б указывают основные направления совершенствования систем радиосвязи и РЭП. Для систем радиосвязи это:

- уменьшение времени работы в одном режиме (быстрое переключение режимов работы),
- использование усилителей мощности с минимальным временем переключения режимов,
- уменьшение размеров передаваемых пакетов,
- повышение разведзащищенности радиолинии (уменьшение мощности передатчика при сохранении требуемых скоростей передачи).
- Для систем РЭП это:
- использование ВК с максимальной производительностью, обеспечивающих минимальное время анализа обстановки,
- использование усилителей мощности с минимальным временем переключения режимов,
- обеспечение высокой мощности передатчика.

3. Обобщенный алгоритм взаимодействия линии радиосвязи и станции РЭП

В данном разделе приведено формальное описание алгоритма (процесса) однонаправленной передачи информации в радиолинии с её квитированием по обратной связи (однонаправленный полудуплекс). Оно не нарушает общность рассмотрения, поскольку процесс одновременной встречной передачи информации в радиолинии (дуплекс) сводится к независимому описанию двух взаимонезависимых процессов однонаправленной передачи. Это обусловлено двумя факторами:

- реализацией квитирования по обратному каналу в служебных полях информационных пакетов, что позволяет не выделять для реализации обратного канала отдельный ресурс при встречной передаче информации,
- необходимостью реализации для станции РЭП различных, независимых режимов подавления приемников различных станций (например, различной ориентации передающих антенн) и деления её энергетики между двумя радиолиниями.

Вызывающая радиостанция может находиться в одном из пяти состояний: 1 – «Дежурный прием (ДП)», 2 – «Ожидание передачи (ОП)», 3 – «Передача пакета (ПРД–П)», 4 – «Ожидание квитанции (ОК)», 5 – «Прием квитанции (ПРМ–К)».

Отвечающая радиостанция может находиться в одном из трех состояний: 1 – «Дежурный прием (ДП)», 2 – «Прием пакета (ПРМ–П)», 3 – «Передача квитанции (ПРД–К)».

Станция РЭП может находиться в одном из трех состояний: 1 – «Дежурный прием (ДП)», 2 – «Прием сигнала (ПРМ)», 3 – «Постановка помехи (ПП)». Состояние «Прием» у станции РЭП означает детектирование приема информации, включающее определение факта передачи информации, установление режима работы передающей станции (сигнально-кодовой конструкции), установление поэлементной синхронизации, установление цикловой синхронизации, определение пеленга на приемник.

Взаимодействие станций радиосвязи и станции РЭБ происходит в следующем порядке.

3.1. Алгоритм функционирования вызывающей станции

1. Вызывающая станция (ВС) постоянно находится в состоянии «Дежурный прием».
2. При возникновении потребности в передаче информации вызывающая станция из состояния «ДП» переходит в состояние «ОП». В нем она пребывает некоторое время, необходимое для освобождения канала, ожидания времени начала временного слота данной радиостанции, времени задержки пакета перед передачей в соответствии с протоколом множественного доступа и прочее. Время пребывания ВС в состоянии «ОП» определяется протоколом установления соединений в радиолинии и протоколом доступа в радиосети.
3. По окончании этого времени ВС переходит в состояние «ПРД–П» и посылает информационный пакет (кодограмму) или серию пакетов к ОС. Используется начальный (заранее оговоренный, дежурный) режим формирования пакетов. Вместе с информацией отвечающей станции передается служебная информация с рекомендациями режимов работы передатчика отвечающей станции.
4. Затем ВС переходит в состояние «ОК».
5. Если в течение оговоренного протоколом передачи времени ВС получает квитанцию, то она переходит в состояние «ПРМ–К». в этом состоянии ВС корректирует режим своего функционирования по принятым из обратного канала квитанциям и далее возвращается в состояние «ДП». Эта рекомендация передается в следующем сеансе связи с данной ОР в служебных полях передаваемых информационных пакетов.
6. Если в течение оговоренного протоколом передачи времени ВС не получает квитанцию, то она переходит в состояние «ОП», см. п. 2.
7. Конец алгоритма.

3.2. Алгоритм функционирования отвечающей станции

1. Отвечающая станция постоянно находится в состоянии «ДП».
2. В случае перехода в состояние «ПРМ–П» она формирует квитанцию с информацией о факте приема пакета, оценке используемого режима обмена в прямом канале и рекомендации по его изменению.
3. Переходит в состояние «ПРД–К» и передает по обратному каналу квитанцию вызывающей радиостанции. Переход в п.1.
4. Конец алгоритма.

3.3. Алгоритм функционирования станции РЭП

1. Станция РЭП постоянно находится в состоянии «ДП».
2. В случае перехода в состояние «ПРМ» она принимает решение о выборе режима постановки помех.
3. В случае принятия решения о постановке помехи радиолинии в данном сеансе, станция РЭП формирует сигнал помехи и передает его на приемник отвечающей станции. Переход в п.1. В противном случае переход в п. 2.
4. Конец алгоритма.

Представленные выше обобщенные алгоритмы должны модифицироваться в частные алгоритмы при моделировании взаимодействия конкретных систем радиосвязи и РЭП.

4. Формализованное описание рассматриваемой системы в терминах теории стохастического управления без учета воздействия РЭП

Рассматриваемая система относится к классу стохастических [12–15]. Для оценки эффективности функционирования таких систем и синтеза в них динамического или статического управления корректно использовать аппарат теории случайных процессов. Наиболее общее описание систем дает аппарат теории полумарковских процессов (ПМП), см. [14,15]. Он позволяет получить точные модели систем при использовании небольшого числа состояний, в то время как более развитый аппарат марковских процессов (МП) для увеличения точности (обеспечения адекватности) представления требует увеличения числа состояний в экспоненциальной прогрессии. Поэтому для общего описания системы будем использовать аппарат ПМП в непрерывном времени, где времена пребывания процесса в состояниях будем определять в соответствии с данными таблицы 2 и рисунка 4. Для частных моделей может оказаться обоснованным и корректным вырождение ПМП в МП. В этом случае функционирование системы будем рассматривать в дискретном времени. Для упрощения модели длительность одного состояния будем полагать равной времени, необходимому для успешной /неуспешной передачи информационного пакета /квитанции между радиостанциями.

Для пояснения принципов построения модели рассмотрим сначала радиолинию, функционирующую без учета влияния системы РЭП. В неё входят два объекта – вызывающая радиостанция (ВР) и отвечающая радиостанция (ОР). Каждый объект потенциально может находиться в одном из трех состояний, поэтому потенциальное количество состояний 5x3=15. Однако некоторые из этих состояний принципиально невозможны. Так, например, при отсутствии состояния «ПРД–П» у ВР невозможно состояние «ПРМ–П» у ОР.

Определим множество возможных (разрешенных) состояний. Перечень потенциальных и возможных состояний радиолинии приведен в таблице 3.

Таблица 3

Перечень потенциальных, разрешенных и редуцированных состояний

Номер потенциального состояния	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ВР	1	1	1	2	2	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
ОР	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Признак разрешенного состояния	+	–	–	+	–	–	+	+	–	+	–	+	–	–	+
Номер разрешенного состояния	1			2			3	4		5		6			7
Номер состояния после редукции	1			2			2	3		2		2			3

Данные таблицы 3 позволяют построить граф переходных состояний случайного процесса, приведенный на рисунке 5.

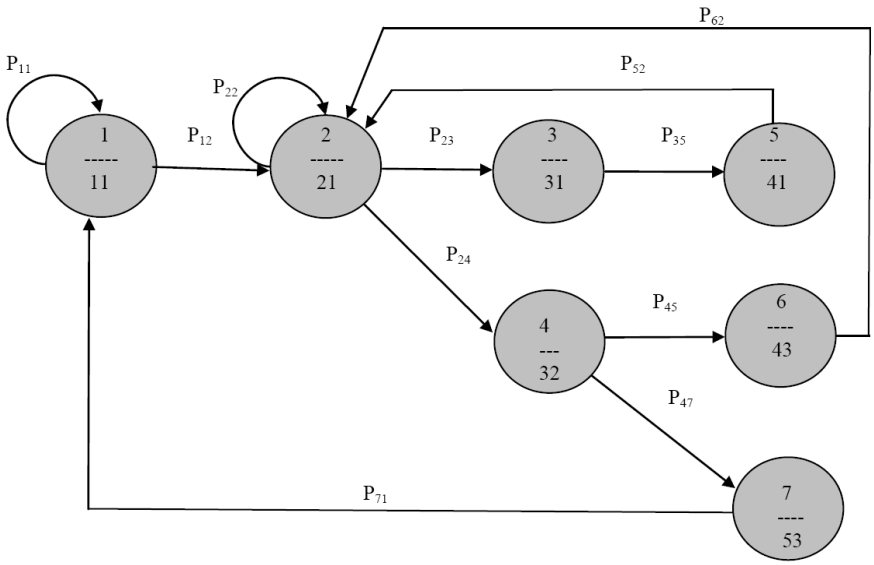


Рис. 5 Граф переходных состояний случайного процесса (без учета РЭП)

Переходные вероятности имеют следующий физический смысл:
P_{12} – вероятность возникновения потребности в передаче пакета у ВС, $P_{11}=1–P_{12}$,
P_{22} – вероятность задержки пакета перед передачей,
P_{22} – вероятность неприема ОС передаваемого пакета,
$P_{35} = P_{52}=1$,
P_{24} – вероятность приема ОС передаваемого пакета,
P_{45} – вероятность неприема ВС передаваемой ОС квитанции,
$P_{26}=1$,
P_{47} – вероятность приема ВС передаваемой ОС квитанции,
$P_{71}=1$.

На представленном графе можно пояснить физический смысл эффективности функционирования рассматриваемой системы в терминах теории случайных процессов. При выборе в качестве показателя эффективности вероятностно-временных характеристик (ВВХ) доставки пакетов нас будет интересовать вероятность перехода случайного процесса из состояния 1 в состояние 4 за требуемое время. При выборе в качестве показателя эффективности ВВХ доставки квитанций нас будет интересовать вероятность перехода случайного процесса из состояния 4 в состояние 5. При выборе в качестве показателя эффективности ВВХ доставки пакетов с подтверждением нас будет интересовать вероятность перехода случайного процесса из состояния 1 в состояние 5 за требуемое время.

Отметим, что четыре состояния (см. Таблиц3) являются транзитными. Приход в них означает детерминированный переход в следующие состояния. Следовательно, граф переходных состояний случайного процесса, представленный на Рисунок 4, можно редуцировать (упростить) исключением из него транзитных состояний. Редуцированный граф переходных состояний случайного процесса представлен на рисунке 6.

Обозначим Pr_{ij} –переходные вероятности в редуцированном графе (рисунок 6).

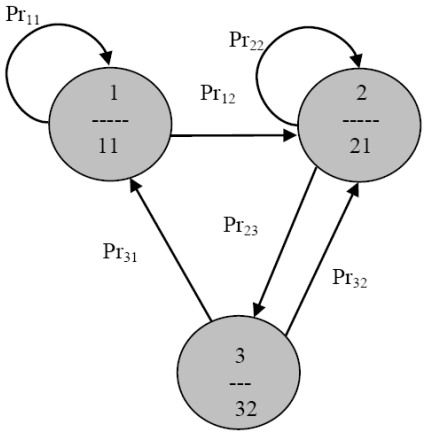


Рис. 6. Редуцированный граф переходных состояний случайного процесса (без учета РЭП)

Из переходных вероятностей исходного графа (см. таблицу 3 и рисунок 5) они определяются следующим образом:

$Pr_{11} = P_{11}$, $Pr_{12} = P_{12}$, $Pr_{22} = P_{22} + P_{23}$, (1)

Теперь ВВХ доставки пакетов определит вероятность перехода случайного процесса из состояния 1 в состояние 3 за требуемое время. Аналогично, вероятностно – временные характеристики (ВВХ) доставки квитанций определит вероятность перехода случайного процесса из состояния 3 в состояние 1, а ВВХ доставки пакетов с подтверждением определит вероятность возврата случайного процесса из состояния 1 в него же. Данные вероятности определяются известными соотношениями уравнения Колмогорова - Чепмена для марковских процессов [12, 13] и аналогичными уравнениями для полумарковских процессов [14, 15].

Представленный граф является основой для описания функционирования радиолинии как полумарковского процесса (ПМП). ПМП определяется в работах [2], [3]:

1. Вектором начальных вероятностей: $\vec{P}_i = (1,0,0)$, то есть функционирование процесса всегда начинается с первого состояния.

2. Матрицей переходных вероятностей: $P = \begin{vmatrix} Pr_{11} & Pr_{12} & 0 \\ 0 & Pr_{22} & Pr_{23} \\ Pr_{31} & Pr_{32} & 0 \end{vmatrix}$.

3. Плотностями распределений времен пребывания процесса в его состояниях в зависимости от предыдущего состояния:

$$\rho = \begin{vmatrix} \rho_{11}(t) & \rho_{12}(t) & 0 \\ 0 & \rho_{22}(t) & \rho_{23}(t) \\ \rho_{31}(t) & \rho_{32}(t) & 0 \end{vmatrix}.$$

Вероятности определяются из соотношений (1), плотности распределения матрицы ρ – из частных алгоритмов взаимодействия радиостанций и РЭП, а также в соответствии с данными таблицы 2 и рисунка 4.

5. Формализованное описание рассматриваемой системы в терминах теории стохастического управления с учетом воздействия РЭП

Опишем систему по аналогии с п. 4. Потенциальное количество состояний системы 5x3x3=45. Однако многие из этих состояний принципиально невозможны. Так, например, не может иметь место состояние «ПРМ» у станции РЭП при отсутствии состояний «ПРД–П (К)» у ВС (ОС).

Определим множество возможных (разрешенных) состояний у рассматриваемой системы передачи информации, полагая, что

1. Вероятность возникновения ложной синхронизации на входе приемников, как радиостанции, так и станции РЭП равна 0.
2. Вероятность имитации ложной кодограммы станцией РЭП на входе отвечающей станции также равна 0.

Перечень возможных и редуцированных состояний системы приведен в Таблиц4. Для сокращения объема таблицы перечень потенциальных состояний не приводится. Для описания функционирования радиолинии в условиях РЭП достаточно описать процесс с 15 состояниями. Граф переходных состояний имеет вид, представленный на рисунок 6.

Таблица 4

Перечень возможных и редуцированных состояний

№ разрешенного состояния	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ВС	1	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	5	5	5
ОС	1	1	1	1	1	2	2	2	1	3	3	3	3	3	3
РЭП	1	1	1	2	3	1	2	3	1	1	2	3	1	2	3
№ состояния после редукции	1	2	2	2	2	3	4	5	2	2	2	2	1	1	1

Физический смысл переходных вероятностей понятен из их определения. Для оценки ВВХ доставки пакетов нас будет интересовать вероятность перехода случайного процесса из состояния 1 в множество состояний 6, 7, 8 за требуемое время. Для оценки ВВХ доставки квитанций нас будет интересовать вероятность перехода процесса из множества состояний 6, 7, 8 в состояние 1 за требуемое время. Для оценки ВВХ доставки пакетов с подтверждением нас будет интересовать вероятность возврата случайного процесса из состояния 1 в него же за требуемое время.

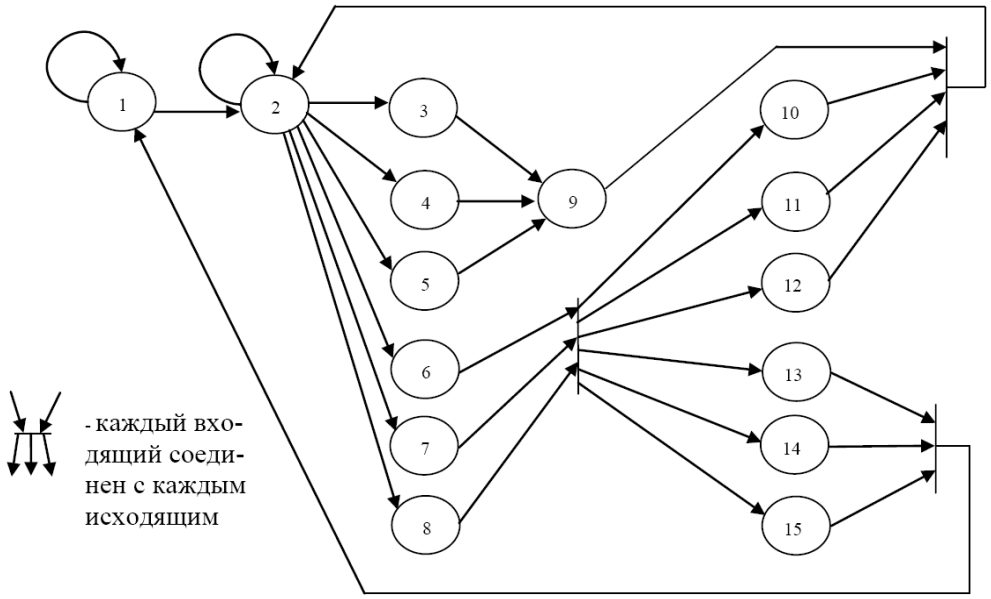


Рис. 7. Граф переходных состояний случайного процесса (с учетом РЭП)

Как показывают данные таблицы 6, рассматриваемый случайный процесс можно редуцировать. Редуцированный граф переходных состояний представлен на рисунке 7.

Переходные вероятности в редуцированном графе будут определяться в соответствии с рисунком 7 и таблицей 4:

$Pr_{11}= P_{11}$, $Pr_{12} = P_{12}$, $Pr_{22} = P_{22}+(P_{23}+P_{24}+P_{25})+(P_{6.10}+P_{6.11}+P_{6.12})+(P_{7.10}+P_{7.11}+P_{7.12})+(P_{8.10}+P_{8.11}+P_{8.12})$, $Pr_{23} = P_{26}$, $Pr_{24} = P_{27}$, $Pr_{25} = P_{28}$, $Pr_{31} = P_{6.13}+P_{6.14}+P_{6.15}$, $Pr_{32} = P_{6.10}+P_{6.11}+P_{6.12}$, $Pr_{41} = P_{7.13}+P_{7.14}+P_{7.15}$, $Pr_{42} = P_{7.10}+P_{7.11}+P_{7.12}$, $Pr_{51} = P_{8.13}+P_{8.14}+P_{8.15}$, $Pr_{52} = P_{8.10}+P_{8.11}+P_{8.12}$.

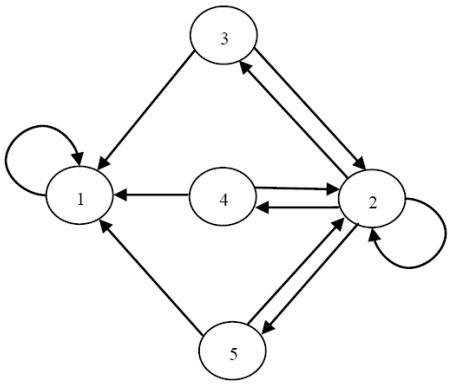


Рис. 8 Редуцированный граф переходных состояний случайного процесса (с учетом РЭП)

Представленный граф является основой для строго описания ПМП функционирования радиолинии. Он определяется в работах [2-3]):

1. Вектором начальных вероятностей: $\vec{P}_н = (1,0,0,0,0)$. Функционирование процесса всегда начинается с первого состояния.

2. Матрицей переходных вероятностей:

$$P = \begin{vmatrix} P_{11} & P_{12} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & P_{22} & P_{23} & P_{24} & P_{25} \\ P_{31} & P_{32} & 0 & 0 & 0 \\ P_{42} & P_{42} & 0 & 0 & 0 \\ P_{51} & P_{52} & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}. \quad (3)$$

3. Плотностями распределений времен пребывания процесса в его состояниях в зависимости от предыдущего состояния:

$$\rho = \begin{vmatrix} \rho_{11}(t) & \rho_{12}(t) & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \rho_{22}(t) & \rho_{23}(t) & \rho_{24}(t) & \rho_{25}(t) \\ \rho_{31}(t) & \rho_{32}(t) & 0 & 0 & 0 \\ \rho_{42}(t) & \rho_{42}(t) & 0 & 0 & 0 \\ \rho_{51}(t) & \rho_{52}(t) & 0 & 0 & 0 \end{vmatrix}. \quad (4)$$

Вероятности определяются из соотношений (2), плотности распределения матрицы ρ – из частных алгоритмов взаимодействия радиостанций и РЭП, а также в соответствии с данными Таблицы 2 и рисунка 6.

Заключение

Для построения математической модели конкретной радиолинии, функционирующей в условиях радиоэлектронного подавления, необходимо выполнить следующее:

1. В зависимости от
- вектора параметров, описывающих рассматриваемую систему передачи информации,
- вектора управляемых параметров системы передачи информации,
- вектора параметров, задающего режим станции подавления

необходимо определить исходные данные для описания процесса функционирования рассматриваемой системы как полумарковского процесса.

2. Определить зависимость для расчета показателя эффективности, используя расчетные соотношения теории полумарковских процессов.

3. Методами теории игр определить оптимальные стратегии игроков, обеспечивающие им гарантированный выигрыш, а также значение показателя эффективности функционирования при выборе этих стратегий.

Порядок решения второй и третьей задач определен указанными математическими аппаратами.

Для решения первой задачи произведено определение параметров и зависимостей, описывающих модель взаимодействия радиолинии и станции РЭП:

1. Дано описание обобщенного алгоритма взаимодействия линии радиосвязи и станции РЭП.
2. Изложено формализованное описание рассматриваемой системы в терминах теории полумарковских процессов как без учета воздействия РЭП, так и с учетом такого воздействия.
3. Обоснована редукция сложности полученных формализованных описаний путем сокращения числа состояний описываемого случайного процесса на основе объединения некоторых состояний в одно.

Полученные результаты являются исходными данными для методики расчета эффективности функционирования радиолиний в условиях РЭП и для решения задачи оптимизации выбора оптимальных режимов функционирования радиолинии в условиях РЭП.

Для написания частной методики расчета эффективности функционирования радиолинии в условиях РЭП и решения задачи оптимизации алгоритма её функционирования необходимо:

- конкретизировать значения составляющих циклов управления, области определения которых приведены в таблицах 2-А и 2-Б
- определить характеристики ПМП в соотношениях (3) и (4),
- используя аналоги уравнений Колмогорова - Чепмена для полумарковских процессов [14,15] определить уравнение для показателя эффективности рассматриваемой системы,
- методами теории игр определить оптимальные стратегии игроков и значение гарантированной эффективности функционирования рассматриваемой системы передачи информации.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на поиск оптимальной (рациональной) реализации найденной оптимальной стратегии управления режимами функционирования радиолинии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бар - Шалом Я., Ци Э. Концепции и методы стохастического управления. – В кн. Фильтрация и стохастическое управление в динамических системах: Пер. с англ. / Под ред. Леондеса К.Т. // М.: Мир, 1980. – С. 74–122.
2. Бертсекас Д., Шрив С. Стохастическое оптимальное управление. // М.: Наука, 1985. – 279 с.
3. Кушнер Дж.Г. Стохастическая устойчивость и управление / Пер с англ. Э.Л. Наппельбаума. // М.: Мир, 1969. – 200 с.
4. Мита Ц., Хара С., Кондо Р. Введение в цифровое управление / Пер с япон. под ред. В.А. Есакова. // М.: Мир, 1994. – 256 с.
5. Присяжнюк С.Л. Оперативное управление комбинированной сетью АСУВ. // М.: МО, 1986. – 179 с.
6. Присяжнюк С.Л. Методы оперативного управления СОД. – М.: Воениздат, 1986. – 179 с. Протоколы и методы управления в сети передачи данных / Под ред. Ф.Ф. Куо. // М.: Радио и связь, 1985.– 479 с.
7. Прохоров В.К., Шаров А.Н. Расчет показателей эффективности радиосвязи. // Л.: ВАС, 1982. – 132 с.

8. Системы: декомпозиция, оптимизация и управление / Пер с англ. А.В. Запорожца. // М.: Машиностроение. – 496 с.
9. Урясьев С.П. Адаптивные алгоритмы стохастической оптимизации и теории игр / Под ред. Ю.М. Ермольева. – М.: Наука, 1990. – 182 с.
10. Блекуэлл Д., Гиршик М.А. Теория игр и статистических решений / Пер с англ. под ред. Б.А. Севостьянова. – М.: Иностранная литература, 1958. – 374 с.
11. Воробьев Н.Н. Основы теории игр. Бескоалиционные игры. // М.: Наука, 1984. – 495 с.
12. Липцер Р.Ш., Ширяев А.Н. Статистика случайных процессов: (Нелинейная фильтрация и смежные вопросы). // М.: Наука, 1975. – 704 с.
13. Чуднов А. М. Помехоустойчивость линий и сетей связи в условиях оптимизированных помех . // Л .: ВАС , 1986. – 84 с.
14. Королюк В.С., Турбин А.Ф. Полумарковские процессы и их приложения. // Киев: Наукова думка, 1986. – 184 с.
15. Глинн П.У. ОПМП – формализм для дискретно - событийных систем // ТИИЭР.– 1989.– Т. 77, № 1. – С. 18–228.

Устинов И.А., Игумнов В.В.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУРАХ

Введение

Работы, проводимые в ОАО НПО «Импульс», содержат научно – технические положения по архитектуре и компонентам систем, телекоммуникациями, программному, информационному обеспечению, информационной безопасности, автоматизации производства и определяют содержание технологии создания критических инфраструктур.

Критические инфраструктуры, а это отдельные сферы деятельности систем государственного, военного, финансового управлений, информационные и телекоммуникационные системы, объекты экономики, транспорта, энергетики и т.д., играют жизнеопределяющую роль в деятельности страны. Выход из строя или уничтожение объектов и средств критических инфраструктур может привести к потери управления, губительным, неприемлемым последствиям для страны.

Ведущую роль в обеспечении необходимого качества функционирования критических инфраструктур принадлежит совокупности методов, аппаратно-программных и производственных средств, объединенных в единую критическую информационную технологию (КИТ), обеспечивающую разработку и сопровождение объектов критической инфраструктуры.

Основную роль в КИТ играют ключевые (критические) информационно-управляющие системы, решающие задачи по управлению жизненно-важными объектами или процессами критической инфраструктуры. К таким системам предъявляются особые, повышенные требования по надежности, живучести, безопасности, вероятно-временным характеристикам и др.

ОАО «НПО «Импульс» является ведущей организацией по разработке ключевых (критических) информационно-управляющих систем. В области систем управления в Вооруженных сил (ВС) понятие «критические технологии» (хотя тогда этого термина не существовало) появилось, когда была поставлена в 60-х годах XX столетия задача автоматизации управления Ракетных войск стратегического назначения (РВСН). В борьбе идей с институтом НИИ АА им. Семенихина «Импульс» (тогда ОКБ ЛПИ) получил этот заказ. Он был выигран в жесткой борьбе, когда в стране трудно было говорить о надежности функционирования аппаратуры и достоверности обработки информации даже в нормальных условиях. Это было время первых ЭВМ (серии УРАЛ).

Критическими факторами были не только жесткие условия по климатике и механике, но и по работе в условиях войны обычной и ядерной, работы в реальном времени и с минимальным влиянием человеческого фактора на процесс обработки информации для исключения фактов несанкционирующих действий.

Успех пришел благодаря применению разработанной под руководством доктора технических наук, профессора, Героя социалистического труда Т.Н. Соколова (первый руководитель – главный конструктор ОКБ ЛПИ) феррит-ферритовых элементов, не имеющих в своем составе полупроводниковых элементов (были только малогабаритные ферритовые кольца и провода).

Из этих элементов были созданы типовые платы ограниченной номенклатуры. Уникальная надежность аппаратуры была доказана испытаниями на надежность звена управления соединения под контролем заказчика, когда в течение года не было зафиксировано ни одного отказа.

Тогда-то и стало ясно, что аппаратуру такого плана (критические технологии) можно создать, и она была нами создана для автоматизированной системы управления РВСН.

Однако, с течением времени требования к системе возрастали и не все из них можно было реализовать на феррит-ферритовой базе. Поэтому сначала началось внедрение нами устройств на стойких транзисторных логических элементах в информационно-справочную подсистему, а затем в систему управления новых РК (80-е годы XX века).

На этом пути стояла задача обеспечения характеристик по надежности и достоверности аппаратуры нового поколения не хуже, чем у аппаратуры на ферритах.

Было проведено большое количество изысканий как в области архитектуры (двухканальные процессоры, двухканальные вычислительные комплексы с общим полем памяти с сохранением информации и децентрализованным перераспределением функций между каналами в процессе эксплуатации – вплоть до одного канала, разработаны новые методы объектного программирования,

гарантирующие практическое отсутствие ошибок в ПО и т.д.). Разработаны системы передачи данных с интеграцией разнородных сетей, каналов проводной, дуплексной и симплексной радиосвязи в различных диапазонах, спутниковой связи и т.д.

Нашей организацией были выработаны технические меры, применяемые на этапах изготовления аппаратуры для повышения надежностных характеристик.

Все это дало результаты. По объективной статистике отказов аппаратура достигла заданных характеристик.

В условиях, когда возрастает важность каждой пусковой установки и боевого блока, существенно повышается и роль системы управления стратегическими ядерными силами.

Новое поколение автоматизированных систем управления (АСУ) Ракетных войск стратегического назначения построено по сетевому принципу и имеет многоуровневую иерархическую структуру. При этом новая автоматизированная система боевого управления РВСН стала полноценной частью такой же системы управления Вооруженных сил РФ.

Помимо решения традиционных задач по доведению приказов, сбору докладов и контролю боеготовности пусковых установок, АСУ обеспечивает автоматизированную смену планов применения и оперативное переприцеливание ракет. Тракты доведения приказов и сбора докладов данной системы образованы проводными, радио- и спутниковыми каналами связи и обладают необходимой живучестью и помехозащищенностью. Важным параметром системы остается возможность гарантированного доведения приказов непосредственно до пусковых установок, минуя промежуточные звенья, в том числе в условиях ядерного воздействия и радиоэлектронного подавления противника.

Аппаратные средства строятся на отечественной радиационно-стойкой, высокой степени интеграции ЭКБ из перечня МОП-44.

При выборе ЭКБ особое внимание уделяется достижению унификации и минимизации номенклатуры компонентов, используемых для построения модулей и блоков аппаратной платформы.

Конструктивно составные части аппаратной платформы представляют собой унифицированные базовые несущие конструкции (БНК) трех уровней разукрупнения.

В каждом комплексе аппаратуры, созданной с использованием новой отечественной элементной базы, обеспечивается резервирование элементов системы, а поиск неисправностей в аппаратуре локализован с точностью до типового элемента, подлежащего замене.

Основой для технологической архитектуры следующего (новейшего) поколения АСУ РВСН будет являться «принцип открытой системы», который состоит в создании среды, включающей программные и аппаратные средства, службы связи, интерфейсы, форматы данных и протоколы, которая в своей основе имеет развивающиеся, доступные и общепринятые стандарты и обеспечивает масштабируемость системы, переносимость и взаимодействие приложений и данных.

Важным новым качественным свойством (новейшего) поколения АСУ является то, что наряду с обеспечением централизованного боевого управления она позволит организовать информационное сопряжение с аналогичными системами других видов и родов войск. При этом органы военного управления РВСН будут получать как необходимую информацию так и, в качестве инструментария, средства автоматизации для оперативного принятия решения по применению оружия и организации действий подчиненных войск. Именно это будет являться важнейшим свойством следующего поколения АСУ РВСН в составе перспективной АСУ ВС РФ, реализация которого позволит как минимум не отставать от планов модернизации АСУ ВС США.

Таким образом, реализация работ по созданию и внедрению новейших образцов техники автоматизации управления, конкурентноспособных с лучшими зарубежными аналогами, позволит не только сохранить существующий уровень надежности управления РВСН, как говорят ракетчики, «три девятки после запятой», но и существенно повысить устойчивость управления РВСН во всех условиях обстановки. А реализация модульного принципа построения и открытой архитектуры позволит использовать аппаратуру АСУ не только в военных целях, но и для управления государством в особых условиях.

На предприятии сформирована научно-техническая школа, результаты которой определили содержание КИТ, обеспечившей успешное создание семейства ключевых систем для Вооруженных сил страны. Указанная КИТ решает практически весь комплекс задач, возникающих при создании ключевых систем (выбор системотехнических решений, элементной базы, схемно-конструкторских решений, разработка программного обеспечения, обеспечение информационной безопасности, отработка режимов работы, сопровождение и т.д.).

Системы, разработанные (совместно с кооперацией) по указанной технологии длительное время успешно функционируют и выполняют свои задачи.

Технические требования к критическим структурам определяются классом решаемых ими задач и задаются соответствующими тактико-техническими заданиями заказчика.

Техническими требованиями задаются такие параметры, как:

– высокая надежность и достоверность обработки информации;

- расширенный диапазон рабочих температур;
- стойкость к радиационным воздействиям и механическим перегрузкам;
- работоспособность системы при колебаниях и при пропадании питающего напряжения;
- защита информации от возможных «закладок»;
- от сетевых информационных воздействий;
- меры противодействия несанкционированным действиям нарушителя;
- уникальные вероятностно-временные характеристики;
- фортификационная защита или мобильность объекта размещения аппаратуры.

Положительные результаты были достигнуты за счет применения большого объема новых технических решений, полученных в результате выполнения широкого комплекса научно-исследовательских работ.

Накопленный научно-технический потенциал ОАО «НПО «Импульс» успешно используется не только для выполнения работ в интересах Министерства обороны.

В разные годы коллектив объединения активно участвовал в решении задач и для других отраслей народного хозяйства, при этом были разработаны и прошли успешные испытания:

- автоматизированная система дистанционного управления и контроля предстартовой подготовки и пуска ракетно-транспортной системы «Энергия-Буран»;
- системы запуска гражданских космических объектов;
- автоматизированная система контроля радиационной обстановки в районе расположения атомных электростанций, обеспечивающих автоматизацию контроля практически всех радиационных факторов;
- информационно-управляющая система электропоезда (ИУС ЭП);
- система управления доменным процессом плавки;
- системы медицинского мониторинга («Радуга» на космических кораблях).

Полученные практические результаты позволили сформировать основные требования, предъявляемые к информационным технологиям в критических инфраструктурах. Эти требования можно разделить на две группы:

а) общие требования для всех информационных технологий в критических инфраструктурах. Они определяют условия функционирования ключевых систем управления ключевыми объектами критических инфраструктур независимо от типа инфраструктуры;

б) частные требования для каждой инфраструктуры, определяющие индивидуальные особенности ключевых объектов соответствующей инфраструктуры.

Реализация общих требований ведет к возможности создания единых, унифицированных системотехнических решений для ключевых систем по архитектуре систем, телекоммуникациям, вычислительным средствам, защите информации, программному и информационному обеспечению и т.д.

Указанные общие требования дополняются для каждой ключевой системы частными требованиями, отражающими особенности управления и функционирования объектов соответствующей критической инфраструктуры.

Приведенные выше примеры созданных автоматизированных систем управления критическими объектами, принадлежащими разным критическим инфраструктурам (энергетика, транспорт и др.) показывают возможность и эффективность указанного единого подхода к решению информационных задач для различных критических инфраструктур.

Заключение

Дальнейшее развитие единой критической информационной технологии позволит создавать системы критических инфраструктур, отвечающие возрастающим требованиям времени и позволяющие решать сложные задачи автоматизированного управления в любых условиях функционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доктрина информационной безопасности РФ: [Утверждена Президентом РФ 9.09.2000. Пр-1895].
2. О безопасности : федер. закон : [принят 02.03.2007). Утв. Президентом 05.03.1992. №2446-I].
3. Стратегия национальной безопасности России до 2020 г. :[Утверждена указом Президента №357 от 12.05.2009].

Устинов И.А., Игумнов В.В., Александров А.М.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»

КОНЦЕПЦИЯ И ПРОБЛЕМЫ УНИФИКАЦИИ КЛЮЧЕВЫХ СИСТЕМ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР

Критические инфраструктуры играют жизнеопределяющую роль в деятельности страны. Выход из строя или уничтожение объектов и средств критических инфраструктур (обороны, транспорта, энергетики и т.д.) может привести к губительным, неприемлемым последствиям.

Ведущую роль в обеспечении необходимого качества функционирования критических инфраструктур принадлежит совокупности методов, аппаратно-программных и производственных

средств, объединенных в единую критическую информационную технологию (КИТ), обеспечивающую разработку и сопровождение объектов критической инфраструктуры.

Основную роль в КИТ играют ключевые (критические) информационно-управляющие системы жизненно-важных объектов или процессов критической инфраструктуры.К таким системам предъявляются особые, повышенные требования по надежности, живучести, безопасности, вероятно-временным характеристикам и др.

При всем многообразии критических инфраструктур можно выделить показатели их функционирования, общие для всех инфраструктур, определяющие соответствующую инфраструктуру как критическую, жизненно необходимую стране, требующую особые меры по обеспечению надежного функционирования ее ключевых объектов и средств информационных технологий.

Многообразие критических инфраструктур потенциально ведет к многообразию ключевых систем информационных инфраструктур (КСИИ). Это ставит вопрос о возможности и целесообразности их унификации.

Создание КСИИ требует значительных финансовых и материальных затрат. Разработка КСИИ для всех информационных инфраструктур усугубляет эту проблему, поэтому возникает насущная проблема унификации КСИИ для всего пространства информационных инфраструктур (ИИ).

Актуальность этой проблемы возрастает ввиду того, что ее решение открывает новые возможности информационной безопасности.

Методической основой для решения данной проблемы является общность требований к качеству ИИ.

Требования, предъявляемые к информационным технологиям в критических инфраструктурах, можно разделить на две группы:

Общие требования для всех информационных технологий в критических инфраструктурах, определяющие условия функционирования ключевых систем управления ключевыми объектами критических инфраструктур независимо от типа инфраструктуры;

Частные требования для каждой инфраструктуры, определяющие индивидуальные особенности ключевых объектов соответствующей инфраструктуры.

При всем многообразии критических инфраструктур можно выделить показатели их функционирования общие для всех инфраструктур, определяющие соответствующую инфраструктуру как критическую, жизненно необходимую стране, требующую особые меры по обеспечению надежного функционирования ее ключевых объектов и средств информационных технологий.

К показателям, определяющим совокупность требований к КИТ независимо от их типа, относятся требования по надежности, живучести, информационной безопасности, вероятностно-временным характеристикам, технико-экономическим показателям и др. Требования по указанным показателям являются особо жесткими для всех информационных технологий в критических инфраструктурах независимо от того, является ли ключевым объектом космическая ракета, атомная электростанция, железнодорожный поезд или объект другой инфраструктуры, предъявляющий повышенные требования к качеству функционирования.

Реализация общих требований ведет к возможности создания единых, унифицированных системотехнических решений для ключевых систем по архитектуре систем, телекоммуникациям, вычислительным средствам, защите информации, программному и информационному обеспечению и т.д.

Указанные общие требования дополняются для каждой ключевой системы частными требованиями, отражающими особенности управления и функционирования объектов соответствующей критической инфраструктуры.

Таким образом, можно рассматривать множество информационных технологий в критических инфраструктурах как единое пространство с унифицированными средствами управления ключевыми объектами этого пространства.

Для обоснования указанного подхода проведен анализ и представлены:

- классификация унифицированной КСИИ (УКСИИ);
- типовая структура УКСИИ и ее подсистем;
- функционально-алгоритмические и информационные модели УКСИИ;
- совокупность требований по обеспечению:
  а) эффективности и качества функционирования,
  б) надежности,
  в) живучести,
  г) информационной безопасности УКСИИ;
- типовые решения по реализации УКСИИ.

В зависимости от уровня решаемых задач, объема предъявленных требований УКСИИ можно разделить на следующие классы:

1) Командные системы управления;

2) Информационно-управляющие системы;
3) Информационные системы;

Требования к УКСИИ определяются ее классом.

В общем виде УКСИИ есть совокупность звеньев управления (ЗУ) объединенных каналами связи различной физической природы в единую сеть, которая работает на основе сетевых протоколов. УКСИИ взаимодействует с ключевыми объектами через ЗУ посредством оконечного оборудования данных звена.

Наиболее жесткие требования к качеству функционирования предъявляют командные системы управления.

В состав звена входят:

- процессор (управляющее ядро);
- оперативное запоминающее устройство;
- постоянное запоминающее устройство;
- аппаратура передачи данных;
- оконечное оборудование данных;
- диспетчерский пульт управления.

Количественные характеристики ЗУ определяются объемом программного обеспечения, трафиком (нагрузкой) звена, канальные емкости звена и т.д.

Научно-технические результаты, полученные в НПО «Импульс», обеспечивают выполнение самых высоких требований к системам:

- непрерывность функционирования в течение многих лет без прерывания управления;
- функционирование с накоплением неисправностей, в том числе на необслуживаемых объектах в течение межрегламентного режима;
- защищенность от воздействия максимально широкого спектра различных воздействий на систему и аппаратуру различного базирования;
- максимальный уровень информационной защищенности систем;
- работоспособность и безопасность системы управления, исключающей снижение защиты при неисправностях аппаратуры;
- минимальные сроки передачи информации;
- технологическую безопасность за счет применения отечественной элементной базы;
- способность развиваться в сложных условиях эксплуатации;
- высокие эксплуатационные характеристики.

Эти показатели обеспечены путем применения разработанного комплекса мер по обеспечению максимальной надежности и устойчивости создаваемой аппаратуры к различным воздействиям, в том числе:

- обоснованного выбора базового логического элемента с освоением серийного производства на отечественных заводах;
- разработки оптимальных схемноконструкторских решений аппаратуры;
- выбора широкой области устойчивости работы схем;
- использование различных видов избыточности (функциональной, структурной и др.) на различных уровнях систем, резервирование (дублирование) отдельных элементов и узлов;
- разработки комплекса мер по обеспечению стойкости создаваемой аппаратуры к различным воздействиям (электромагнитных полей, грозовых разрядов, ионизирующих воздействий естественного и искусственного происхождения и т.д.);
- разработки комплекса мер защиты от различных воздействий на информацию и аппаратуру;
- тщательной отработкой документации на опытных образцах;
- тщательной отработкой программного обеспечения изделий на инструментальных и комплексных стендах;
- всесторонних испытаний разработанных изделий.

Достижение указанных требований и обеспечение совокупности значений соответствующих показателей могут служить основой для проектирования и формирования базового набора унифицированных компонентов звеньев УКСИИ.

Авторы благодарят профессора Касаткина В.В. за помощь в подготовке доклада к изданию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Устинов И.А., Игумнов В.В. Информационные технологии в критических инфраструктурах. XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2010)».: Труды конференции. Секция: Информационные технологии в критических инфраструктурах. – СПб, 2010.
2. Устинов И.А., Журавлева О.П. Новые технологии работы с информацией OL «IMPULS». XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2010)».: Труды конференции. Секция: Информационные технологии в критических инфраструктурах. – СПб, 2010.

3. Устинов И.А., Журавлева О.П., Касаткин В.В., Михайлова А.С. Об опыте реализации программ дополнительного профессионального образования по инженерной переподготовке перспективного кадрового резерва специалистов предприятий оборонно-промышленного комплекса. XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2010)».: Труды конференции. Секция: Информационные технологии в критических инфраструктурах. – СПб, 2010.
4. Устинов И.А., Игумнов В.В. Информационная безопасность в критических инфраструктурах. VII Санкт-Петербургская межрегиональная конференция «Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2011): Труды конференции. Секция: Информационная безопасность в критических инфраструктурах.- СПб 2011
5. Устинов И.А., Петухов В.Е., Игумнов В.В. Александров А.М. О концепции «Информационные технологии в критических инфраструктурах». XIII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2012)».: Труды конференции. Секция: Информационные технологии в критических инфраструктурах. – СПб, 2012.

Хвостунов Ю.С.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТНОГО РЕСУРСА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ДЕКАМЕТРОВОЙ СВЯЗИ С ПОЛНОДИАПАЗОННОЙ ППРЧ АПС «ЛАДОГА»

При распределении частотного ресурса декаметрового диапазона учитываются следующие особенности канала связи и аппаратуры и систем декаметровой связи:

1. Декаметровый канал связи является открытым глобальным каналом связи, т.е. сигнал радиопередатчика может достичь любой точки земной поверхности. Вероятность данного события зависит от местоположения корреспондента, времени года и суток, величины солнечной активности, номинала рабочей частоты, технических параметров радиоаппаратуры. Данная вероятность может меняться в широких пределах. Определение этой вероятности и является главной задачей службы прогноза прохождения сигналов. Для практического использования назначаются рабочие частоты с наивысшей вероятностью прохождения. Для радиостанций с выходной мощностью до 1 КВт на дальности до трех тысяч километров при организации телефонного канала связи эта вероятность не превышает 0,7.

2. Для каждой из независимых групп корреспондентов назначается свой комплект радиоданных (2–4 рабочих частоты). При этом, если для разных независимых групп корреспондентов радиоданные совпадают, то возможно взаимное подавление отдельных групп. Чтобы этого не было, радиоданные отдельных групп разносят. Это приводит к:

– ограничению возможного количества групп корреспондентов либо к взаимному вредному влиянию между группами ввиду ограниченности количества рабочих частот с наибольшей вероятностью прохождения;

– сложности организации независимого обмена в один и тот же момент времени внутри;

– невозможности работы на назначенных рабочих частотах в конкретный момент времени (вероятность этого может достигать значений 0,3 и выше) ввиду динамического изменения условий прохождения сигнала и различной помеховой обстановки в точке приема. В это же время на этих радиоданных возможна работа другой группы корреспондентов, т.е. имеется ситуация недоиспользования частотного ресурса декаметрового диапазона;

– неоптимальному использованию выделенных рабочих частот, т.к. при выделении нескольких рабочих частот, работа осуществляется на первой приемлемой (не обязательно лучшей по качеству), что приводит к возможному увеличению времени сеанса связи и созданию большей очереди для других корреспондентов группы, а также опять-таки к недоиспользованию частотного ресурса декаметрового диапазона;

– для организации передачи данных сигнально-кодовая конструкция декаметрового модема строится исходя из возможных наихудших условий прохождения сигнала.

3. Для высокоскоростной передачи данных используется стандартная полоса телефонного канала связи, оптимизированная для голосовой связи. Для разделения организуемых каналов связи имеется «защитный» частотный интервал, который не используется для организации связи. Это также приводит к недоиспользованию частотного ресурса декаметрового диапазона.

Потенциал предлагаемой адаптивной системы декаметровой связи АПС «Ладога» позволяет более экономно и более производительно использовать частотный ресурс декаметрового диапазона. АПС «Ладога» характеризуется следующими отличиями от традиционных систем декаметровой связи (таблица 1).

Таблица 1

Особенности канала и аппаратуры систем декаметровой связи

Технология передачи информации в декаметровом канале	**Традиционная**	**АПС «Ладога»**
Способ повышения надежности передачи информации в обычных условиях	1. Повышение энергетики трассы 2. Повторение передачи информации на группе рабочих частот 3. Применение мощных помехоустойчивых кодов	Адаптация по рабочей частоте, виду модуляции и методу помехоустойчивого кодирования в процессе передачи информации без разрыва соединения

Способ повышения надежности передачи информации в условиях применения современных систем РЭП	Повышение энергетики трассы	1. Режим ППРЧ с периодом смены рабочих частот несоизмеримо большим времени эксплуатации системы 2. Время работы на одной рабочей частоте меньше времени реакции систем РЭП 3. Количество рабочих частот в пакете переключения больше количества частот, подавляемых системами РЭП 4. Использование синхронного узкополосного пассивного преселлектора радиоприемника
Способ установления соединения	1. Сеансовый 2. Активное зондирование	Использование одной строки частотно-временной матрицы
Способ организации сети	1. Временное разделение 2. Частотное разделение	1. Использование всех строк частотно-временной матрицы 2. Временное уплотнение каждой из строк частотно-временной матрицы
Используемая мощность, кВт	10	0,2 – 1,0
Используемая полоса, кГц	40,0	3,1: 4,5; 9,0 (40,0)
Вероятность установления соединения: в обычных условиях в условиях РЭП	 7 2	 >0,995 >0,99

При организации сетей связи при использовании АПС «Ладога» выделенный частотный ресурс групп абонентов одного региона объединяется в общий частотный ресурс – создается рабочий «пул» из N рабочих частот. На рисунке 1 показана структура организуемых сетей связи традиционным способом.

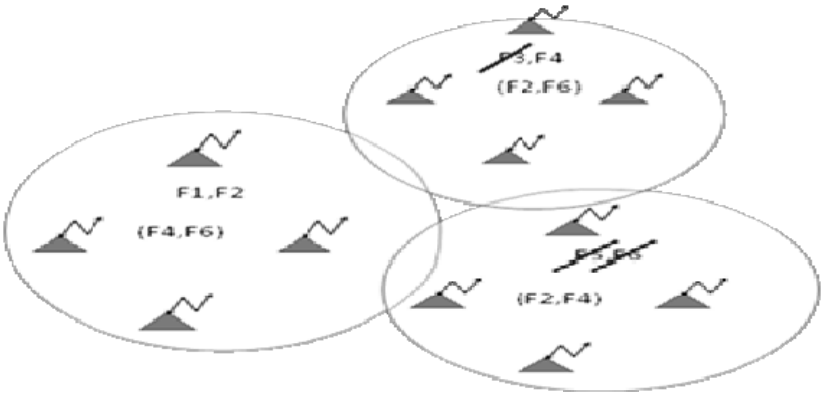


Рис. 1. Структура организуемых сетей связи традиционным способом

На приведенном рисунке показана ситуация, при которой для каждой их трех сетей связи состоящих из четырех корреспондентов выделено по две рабочие частоты – одна основная и одна резервная. При этом:

– для первой сети все выделенные рабочие частоты ($F1$ и $F2$) удовлетворительного качества. Кроме того возможна связь на «занятых» другими сетями рабочих частотах $F4$ и $F6$;

– для второй сети из выделенных рабочих частот ($F3$ и $F4$) удовлетворительного качества только рабочая частота $F4$. Но возможна связь на «занятых» другими сетями рабочих частотах $F2$ и $F6$;

– для третей сети из выделенных рабочих частотах ($F5$ и $F6$) нет рабочих частот удовлетворительного качества, т.е. обмен информацией для абонентов данной сети не возможен. Прохождение же информации на «занятых» другими сетями рабочих частотах $F2$ и $F4$ возможно.

Таким образом, при использовании шести рабочих частот возможна нормальная работа только первой сети связи. Для второй сети уже требуется затраты времени на установление связи на резервной частоте. Для абонентов третьей сети обмен информацией вообще не возможен.

В АПС «Ладога» выделенные рабочие частоты объединяются в «пул» рабочих частот и из него формируется частотно-временная матрица псевдослучайной последовательности переключения рабочих частот (режим ППРЧ) размером $n\,x\,(2^m-1)$, где $n<N$ – количество рабочих частот в программе переключения, а m – длина ключа переключения псевдослучайной последовательности.

При этом часть рабочих частот $(N-n)$ являются запасными и служат для замены забракованных рабочих частот во время адаптации системы. Данная частотно-временная матрица позволяет организовать в сети как минимум $n/2$ независимых каналов связи. Диаметр зоны охвата в пределах односкачковой трассы (до 3–4 тыс. км).

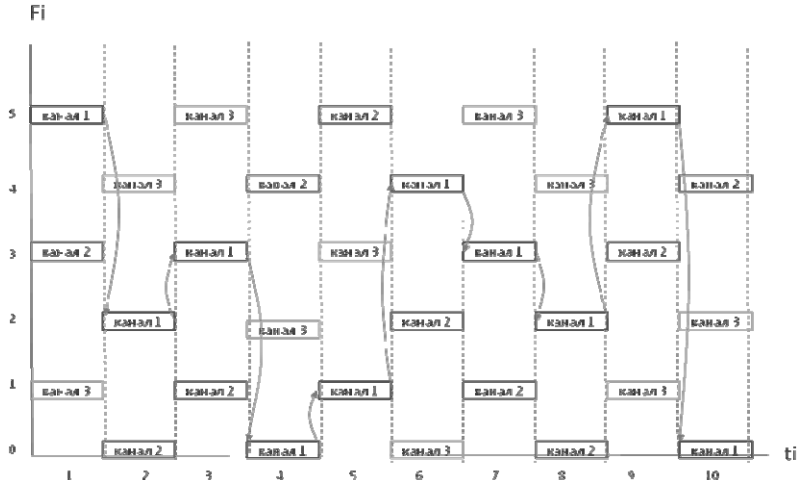


Рис. 2. Использование строк частотно-временной матрицы для организации Независимых каналов связи в АПС «Ладога» (тз<Δtзкс)

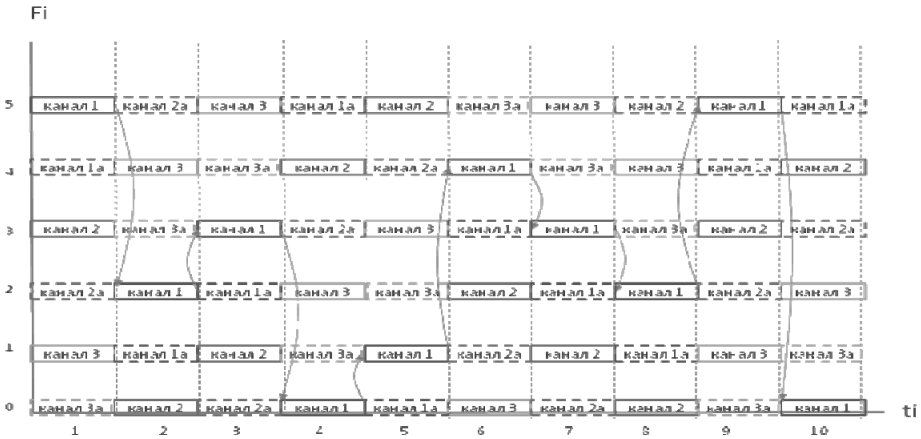


Рис. 3. Использование строк частотно-временной матрицы для организации независимых каналов связи в АПС «Ладога» (тз<Δtзкс)

На рисунке 2 показана возможность организации трех независимых каналов связи при выделении в «пул» шести рабочих частот. Если разность времени распространения сигнала для всех абонентов сети (Δtзкс) меньше защитного интервала (tз) сигнально-кодовой конструкции модема (используется многочастотная структура сигнала на ортогональных поднесущих), то возможна организация уже шести независимых каналов связи (рисунок 3). Для реализованного варианта АПС «Ладога» это соответствует диаметру зоны охвата до одной тыс. км.

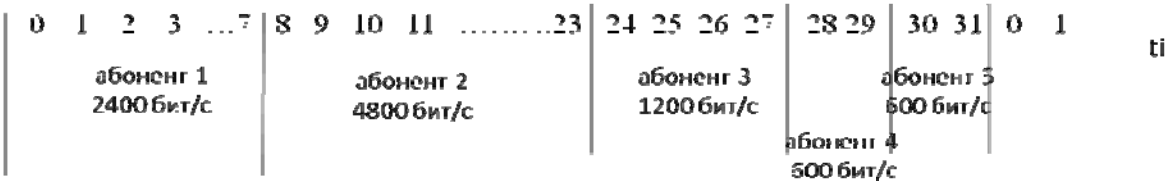


Рис. 4. Структура организуемых сетей связи с использованием АПС «Ладога»

На рисунке 4 показана организация общего для трех сетей «пула» рабочих частот ситуация с аналогичным рисунку 1 распределением качества прохождения сигнала на шести выделенных частотах.

В этом случае, в отличие от традиционного распределения частотного ресурса:

– связь обеспечивается во всех сетях;

– фактически организуется общая сеть с возможностью организации связи между любыми абонентами сети, как в режиме «точка» – «точка», так и в режиме «точка» – «многоточка».

Необходимо также заметить, что при использовании АПС «Ладога»:

– если какие-либо рабочие частоты по условиям прохождения или помеховой обстановке не могут использоваться отдельными корреспондентами или группой корреспондентов, то эти рабочие частоты могут использоваться другой группой корреспондентов организованной сети. Это позволяет использовать частотный ресурс более экономно;

– адаптация по скорости работы на каждой рабочей частоте и по рабочей частоте во всем декаметровом диапазоне во время сеанса связи (без перерывов обмена информации абонента) позволяет поднять скорость до предельных величин – не 1200 бит/с (как в существующих системах), а в несколько раз выше – 2400 – 9600 бит/с и вплоть до 19200 бит/с (более производительное использование частотного ресурса). При этом надежность предоставляемого канала увеличивается с 0,5 – 0,7 до 0,99 и выше.

Применение расширенной полосы организуемого радиоканала (естественно, наряду со «стандартным» каналом для связи со «старым» парком радиосредств) позволяет существенно повысить пропускную способность (при расширении полосы радиоканала со стандартной 3,1 кГц до 9,0 кГц достигается скорость до 19 – 23 кбит/с).

При необходимости возможен режим работы на неназначенных рабочих частотах. Этот режим показал свою эффективность во время проведения трассовых испытаний. В результате адаптации текущие рабочие частоты в пакете переключения сосредотачиваются в окнах прохождения с наилучшими условиями по прохождению и помеховой обстановке, что позволяет существенно повысить пропускную способность канала связи. Так аналогичные западные системы при ограниченной мощности передатчика обеспечивают скорость работы до 64 – 96 Кбит/с, что позволяет более производительно использовать частотный ресурс.

Достигнутая благодаря адаптации высокая скорость передачи информации позволяет с использованием временного уплотнения трафика дополнительно организовать отдельные каналы связи, увеличив их количество в несколько раз. Так, работая на скорости 9600 бит/с, можно организовать восемь каналов по 1200 бит/с, при этом, через один комплект радиосредств может обеспечиваться одновременная независимая работа с группой корреспондентов (рисунок 5), т.е. помимо сокращения затрат на оборудования освобождается существенная часть частотного ресурса и снимается напряженность с его предоставлением.

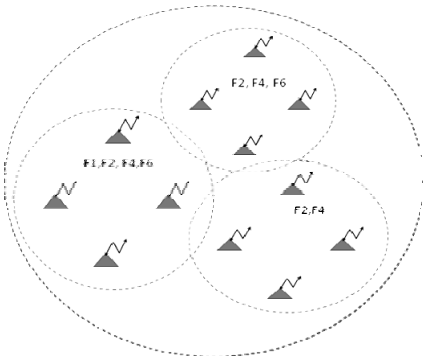


Рис. 5. Временное уплотнение трафика при использовании АПС «Ладога»

Для каждого из корреспондентов может быть установлена своя скорость работы в зависимости от организации каналов в многоканальной связи (таблица 2).

Таблица 2

Организация многоканальной связи через один комплект АПС «Ладога

скорость передачи информации АПС «ЛАДОГА» Кбит/с			
в целом	одного слота Кбит/с	при организации 2-х каналов Кбит/с	при организации 8-ми каналов Кбит/с
2400	**75**	**1200**	**300**
4800	**150**	**2400**	**600**
9600	**300**	**4800**	**1200**
19200	**600**	**9600**	**4800**

Таким образом, применение адаптивной системы декаметровой связи с полнодиапазонной ППРЧ АПС «Ладога» позволяет более экономно использовать для каждой текущей обстановки частотный ресурс и снизить напряженность в предоставлении его корреспондентам одновременно упростив процедуру его распределения.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Баушев С.В.,Поливанайте Л.В.,Терехов И.А.
Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «Государственный НИИ прикладных проблем»

ПОДХОД К ВНЕШНЕМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТАКТИЧЕСКИХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Введение

В последнее время все чаще поднимаются вопросы, связанные с проблемой автономного функционирования подвижных технических средств. К соответствующим предметным областям следует отнести:

- управление пилотируемыми и беспилотными летательными средствами;
- движение судов в узкостях, на сложных фарватерах и в иных тяжелых условиях;
- функционирование подвижных робототехнических средств различного назначения;
- взаимное позиционирование транспортных средств и небольших партий людей (спасателей, геологоразведчиков).

Одной из ключевых проблем при решении задачи автономного функционирования подвижных средств является отслеживание в реальном масштабе времени их местоположения.

Несмотря на то, что в последние десятилетия спектр различных систем местоопределения, преимущественно радионавигационных, весьма расширился (см. табл.1) [1, 2, 3, 4, 5], тем не менее, они не в полной мере способны обеспечить выполнение всего набора тактико-технических требований, предъявляемых транспортным средствам.

Таблица 1

Характеристики типовых радионавигационных систем

Класс системы	Наименова-ние	Страна	Метод определения местоположения	Зона действия, км	Точность, м	Другие системы
Глобальные	Navstar-GPS	США	квазидальномерный	7909* (высота орбиты 20180)	6,0	Compass (Китай)
	ГЛОНАСС	РФ	квазидальномерный	7843* (высота орбиты 19100)	6,0	
	Галилео	Евросоюз и др. страны	квазидальномерный	8070* (высота орбиты 23220)	6,0	
	Transit	США	доплеровский	2842* (высота орбиты 1000)	до 200	
	Циклон, Цикада	РФ	доплеровский	3117* (высота орбиты 1200)	70..100	
Региональ-ные	Loran-C	США	разностно-дальномерный	1400..2000	до 230	1)спутниковые: Бэйдоу (Китай), IRNSS (Индия), Doris (Франция), QZSS (Япония); 2) системы дальней навигации: Маршрут (РФ), Марс-75 (РФ), Тропик-2П (РФ)
	Чайка	РФ	разностно-дальномерный	1400..2000	100..700	
	Decca	США	разностно-дальномерный	500..600	90..1500	
	на основе сетей сотовой связи	-	дальномерный, разностно-дальномерный	15*	до 125	
Районные	РСБН	РФ	угломерно-дальномерный	380	200	Жеолок (Франц.), Хайперфикс (Англ.) Силедис (Франц.) Комплекс ПРС-АРК (РФ) Вымпел (РФ) Системы посадки СП-75 (-80, -90, -200), ПРМГ-5 (РФ)
	VOR/DME	-	угломерно-дальномерный	от 260	-	
	БРАС-3	РФ	разностно-дальномерный	200	12..60	
	РС-10	РФ	разностно-дальномерный	250	3,6	
	ГРАС	РФ	дальномерный	60	0,5..15	
	Крабик-Б	РФ	дальномерный фазовый	100	1	
Локальные	NanoLOC	США	дальномерный	до 0,1	до 10	TimeTenna, LocataNet, Rucap UM-16 и др.

* Примечание: для спутниковых навигационных систем за дальность действия принят радиус зоны видимости земной поверхности для одного спутника; для систем на основе сотовых сетей – радиус одной соты.

Это обуславливается, на наш взгляд, тем, что повышение скорости движения объектов управления и усложнение маршрутов движения и обстановки на них усиливают требования к

точности однократных измерений местоположения и частоты местоопределения. Управление объектом в сложных условиях зачастую требует исполнения управляющих воздействий в реальном масштабе времени на каждом сеансе местоопределения, что существующие радионавигационные системы (РНС) не вполне могут обеспечить. Так, наиболее часто применяемый в таких ситуациях вариант, состоящий в использовании средств дифференциального режима систем спутниковой навигации ГЛОНАСС и/или Navstar-GPS, хотя и способен в большинстве практических случаев обеспечить приемлемую точность измерений, позволяет осуществлять процедуры местоопределения с частотой не выше одного раза в секунду. Такая частота обсерваций часто оказывается недостаточной при автоматическом или автоматизированном управлении подвижным средством в реальном масштабе времени.

1. Тактические РНС как новый класс радионавигационных систем

Существующие радионавигационные системы по признаку зоны охвата радионавигационным полем, не вдаваясь в детали предложенных наименований, представляется целесообразным разделить на четыре класса: глобальные, региональные, районные, локальные.

Далее, проиллюстрируем тактико-технические возможности основных описанных в литературе радионавигационных систем, отобразив конкретные РНС в виде точек в системе координат «дальность действия одного приемопередатчика системы - ошибка измерения местоположения» (рис. 1).

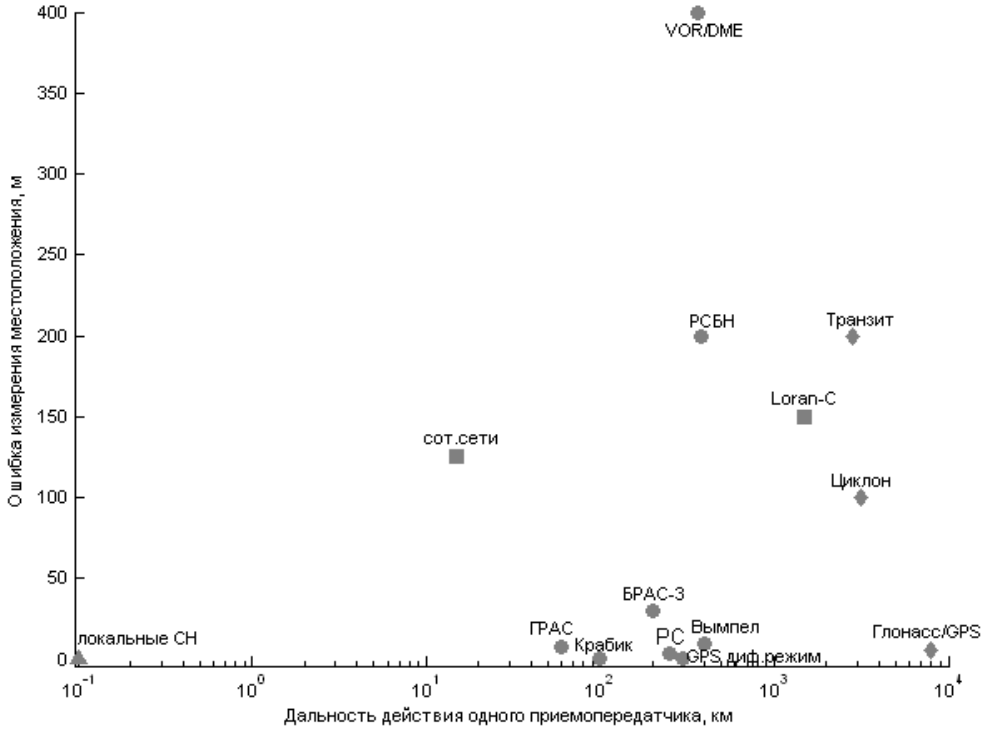


Рис. 1. Систематизация основных радионавигационных систем

Как следует из рис. 1, существует некоторая ниша, в которой РНС представлены незначительно или недостаточно функциональными системами – случаи, когда дальность действия РНС составляет от 0,5 км до 50 км и более. То есть, речь идет о ситуациях, когда требуется обеспечить:

– управление подвижным средством на площади от ¼ кв.км до 250 кв.км;

– однократные высокоточные измерения местоположения объекта, на основании которых принимается решение на коррекцию его движения или выполнение каких-либо действий;

– достаточную частоту обсерваций, обеспечивающих в совокупности с достигнутой точностью местоопределений требуемое качество управления;

– отсутствие зависимости от радиовидимости и прохождения радиоволн космических РНС типа ГЛОНАСС и/или GPS, а также от наличия навигационного поля дифференциальных поправок;

адаптивность к решаемым задачам (т.е. к требованиям систем более высокого уровня). Например, для снижения энергопотребления уменьшается дальность действия и частота обсерваций системы или при необходимости сокращения времени присутствия в эфире источника сигнала, при допустимом уменьшении точности, снижается частота обсерваций.

На наш взгляд, имеет право существовать класс самостоятельных, быстро разворачиваемых на местности, компактных (в смысле массово-габаритных характеристик) и относительно недорогих РНС, способных обслужить десятки-сотни кв.км местности и воздушного пространства над ней, то есть создать местное навигационное поле с параметрами, изменяемыми по решению конкретного

потребителя (МО, МЧС, МВД, геологоразведка), и пригодными для решения задач автоматического или удаленного управления подвижными средствами различной степени маневренности и скорости.

Назовем такой класс радионавигационных систем местными, или тактическими (термин «тактический», заимствованный из военного дела, означает, что местность по своим пространственным характеристикам соответствует возможности развертывания тактического формирования – подразделения, части или соединения, а сама система может изменять свои свойства по требованию обстановки).

Таким образом, целесообразно в классификацию РНС по признаку размаха обслуживаемой территории и специфике применения ввести еще один класс радионавигационных систем и исследовать методы их внешнего и внутреннего проектирования. На рис. 2 представлена предлагаемая классификация РНС с обозначением существующих типичных представителей каждого класса [7].

Рис. 2. Классификация РНС по признаку размаха зоны обслуживания

2. Постановка задачи

Рассмотрим далее основные факторы и условия, влияющие на качество автономного движения подвижного средства по данным навигационного поля тактической РНС. Очевидно, что качество управления объектом будет зависеть от: маневренности объекта управления, точности местоопределения, извилистости траектории движения подвижного средства, извилистости и «узости» фарватера (коридора и т.д.), мгновенной скорости движения в моменты обсерваций и принятия решений на его коррекцию, возможностей и особенностей используемого алгоритма управления, знания собственных актуальных параметров движения, времени обработки навигационных и других данных (время запаздывания решения) [8, 9, 10].

Далее сформулируем задачу управления подвижным средством следующим образом.

Пусть некоторый объект совершает движение в ограниченном пространстве (коридоре) по заранее заданной траектории с некоторой заданной скоростью.

Тогда требуется найти такой набор параметров систем управления и навигации, который бы обеспечил движение объекта с заданной скоростью в рамках установленного коридора.

Так как целью работы является обоснование подхода к поиску требуемых параметров тактических РНС, то далее сформулируем задачу предъявления требований именно к ним в части точности однократных измерений местоположения и достаточной частоты обсерваций (на данном этапе исследования не учитываются время обработки данных $t_{обр}$ и качество алгоритма управления $Q_{ала}$). Понятно, что с повышением точности (σ) и частоты обсерваций ($f_{обс}$) приближение реальной траектории к заданной будет всё более точным. Понятно также, что не имеет смысла требовать от РНС чрезмерно завышенных требований по указанным параметрам. Тогда целесообразно представить обоснование требований к РНС как поиск по критерию пригодности такой или таких РНС, применение которых обеспечивает невыход реальной траектории за пределы назначенного коридора и минимизирует до разумных пределов невязку реальной и расчетной траекторий. То есть, следует ожидать, что заданным требованиям будет отвечать множество возможных РНС, обладающих разными парами $<f_{обс}, \sigma>$ (аргументы) и наперед заданными (параметры) характеристиками ранее названных факторов – возможности алгоритма управления, извилистость и сложность маршрута коридора и т.д. Среди этого множества вариантов РНС по

некоторым внешним критериям, например сложность или стоимость, предстоит затем выбрать, как правило, один для реализации.

Формально запишем ранее сказанное как поиск оптимального или рационального набора параметров РНС, обеспечивающих минимум невязки траекторий:

$$< f_{обс}, \sigma >^{*} = \arg\left[\min \sum_{i=1}^{N} \sqrt{(x_i - x_i^{(p)}(f_{обс}, \sigma))^2 + (y_i - y_i^{(p)}(f_{обс}, \sigma))^2 + (z_i - z_i^{(p)}(f_{обс}, \sigma))^2}\right], \quad (1)$$

при условии, что

$$max\sqrt{\left(x_i - x_i^{(p)}(f_{обс}, \sigma)\right)^2 + \left(y_i - y_i^{(p)}(f_{обс}, \sigma)\right)^2 + \left(z_i - z_i^{(p)}(f_{обс}, \sigma)\right)^2} < \frac{\Delta\Phi}{2}, \quad (2)$$

где x_i, y_i, z_i, – координаты на заданной траектории;

, , – координаты на рассчитанной траектории;

N – количество точек обсервации.

Для поиска множества пригодных пар значений <$f_{обс}$, σ> предлагается использовать имитационное компьютерное моделирование. Не претендуя на существенный вклад в разработку соответствующих методов и алгоритмов, с целью отработки методики обоснования требований к РНС, был разработан собственный, названный нами технологическим, алгоритм автоматического управления подвижным средством и отбора пригодных пар значений <$f_{обс}$, σ> [11, 12].

3. Алгоритм автоматического управления подвижным средством и отбора пригодных значений параметров РНС

Алгоритм представляет собой пошаговую схему, где на каждом шаге имитируется определение местоположения объекта с привнесённой ошибкой системы навигации и вырабатывается управляющее воздействие на следующий шаг движения объекта. Шагом алгоритма является очередное местоопределение объекта и коррекция вектора его скорости, и на каждом таком шаге контролируется невыход за пределы коридора (иначе пара <fобс, σ> выбраковывается и алгоритм запускается вновь с новой парой) и вычисляется невязка смоделированной (расчетной) и заданной траекторий.

В используемой модели принято, что движение объекта осуществляется прямолинейно, поэтому траектория движения будет представлять собой ломаную линию, состоящую из равных отрезков (при одинаковой на протяжении всего пути скорости объекта) с ограниченными углами поворота, в силу определенной маневренности и инерционности объекта. Исходными данными являются: заданная гладкая траектория внутри заданного коридора, скорость движения объекта, частота обсерваций (интервал времени между местоопределениями), точность определения местоположения и максимальное отклонение от прямолинейного движения объекта в качестве показателя маневренности объекта. Задержка в обработке данных и принятии решения на коррекцию движения полагается нулевой. Объект управления представляется материальной точкой, для которой известны значение и направление вектора скорости, а также его маневренные возможности.

Для фиксированного значения скорости объекта коррекция направления движения рассчитывается следующим образом:

1) вычисляется расстояние (D), преодолеваемое объектом за время между обсервациями;

2) исходя из извилистости траектории на ней определяются, так называемые, контрольные точки, указывающие направления движения по траектории (минимальное число контрольных точек равно двум – начало траектории и ее конец);

3) определяется, какая контрольная точка находится следующей по ходу движения (является ориентирной);

4) для данного временного отсчета вычисляется с заданной точностью текущее местоположение объекта и вычисляется расстояние (Δ) до ориентирной точки;

5) определяется, достигнет ли объект ориентирной точки за следующий интервал времени. Для этого сравнивается вычисленное расстояние Δ и расстояние, проходимое объектом за один интервал времени (D). Если Δ меньше D, то считаем, что ориентирная точка достигнута и следующая по счету контрольная точка принимается за ориентирную;

6) вычисляется направление на ориентирную точку и определяется точка, принадлежащая траектории, которая отстоит от текущего местоположения на расстоянии, которое объект пройдет за заданный интервал времени, то есть определяется направление движения объекта. В геометрическом смысле нужно найти точку пересечения траектории и окружности радиусом D с центром в текущем местоположении объекта. Для того, чтобы в алгоритме не учитывалась точка, в которой объект находился на предыдущем шаге, отбрасывается из рассмотрения половина дуги окружности, и берется от направления на ориентирную точку по 90 градусов вправо и влево;

7) далее накладывается ограничение, связанное с маневренностью объекта. От курса на предыдущем шаге на половине дуги окружности откладываются вправо и влево дуги, соответствующие максимальному отклонению объекта от прямолинейного движения;

8) находится пересечение построенной после учета ограничений дуги и заданной траектории (в случае, если нет точки пересечения, отыскивается точка на дуге, которая отстоит от траектории на минимальном расстоянии);

9) вычисляется угол между текущим курсом и направлением на найденную точку - на этот угол корректируется направление движения.

В результате моделирования формируется траектория, которую описывает объект и которая сравнивается с заданной. Алгоритм был апробирован при моделировании процесса управления движущимся объектом для оценки качества навигационной системы с заданными параметрами [13].

4. Результаты моделирования

Разработанный алгоритм был применен для исследования возможностей управления и использования РНС для нескольких конкретных случаев и типичных ситуаций (маневров).

На рис. 3 приведен результат моделирования движения автомобиля по Санкт-Петербургу (скорость движения объекта – 60 км/ч, ширина полосы дороги - 3 м). Показано, что при заданных параметрах маневренности без снижения скорости либо увеличения частоты обсерваций не представляется возможным выполнить разворот в пределах полосы дороги.

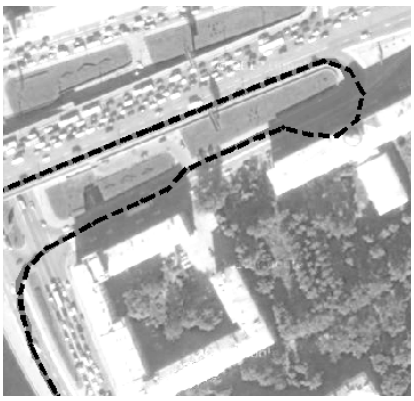


Рис. 3. Смоделированное автономное движения автомобиля по городу при недостаточной частоте обсерваций

Далее применим предложенный алгоритм для отбора пригодных пар указанных параметров проектируемых РНС. Без потери общности, для примера рассмотрим случай, когда по условиям прикладной задачи автономное транспортное средство совершает маневр типа «двойной разворот» в коридоре шириной 4 м со скоростью 15 км/ч, максимальное отклонение от прямолинейного движения (маневренность) средства равно 41° (легковой автомобиль). Все рассмотренные варианты пар параметров РНС расположим на координатной плоскости «частота обсерваций - ошибка местоопределения» (см.рис.4).

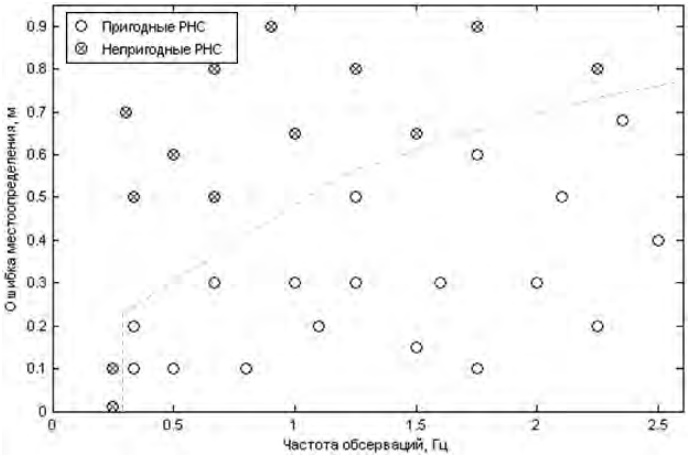


Рис. 4. Отбор вариантов РНС для решения конкретной задачи

Проведем пунктирную линию, которая разделяет пригодные и непригодные по указанному критерию РНС: системы, находящиеся выше пунктирной линии, не обеспечивают движение объекта в пределах заданного коридора. Ниже пунктирной линии находятся РНС, удовлетворяющие критерию невыхода за пределы коридора, при этом расположенные ближе к пунктирной линии будут представлять собой, видимо, наименее сложные или дорогостоящие РНС.

На рисунке 5 представлены результаты применения моделирования для поиска оптимальных пар «частота обсерваций – точность местоопределения» при выполнении объектом нескольких типов маневров в различных коридорах.

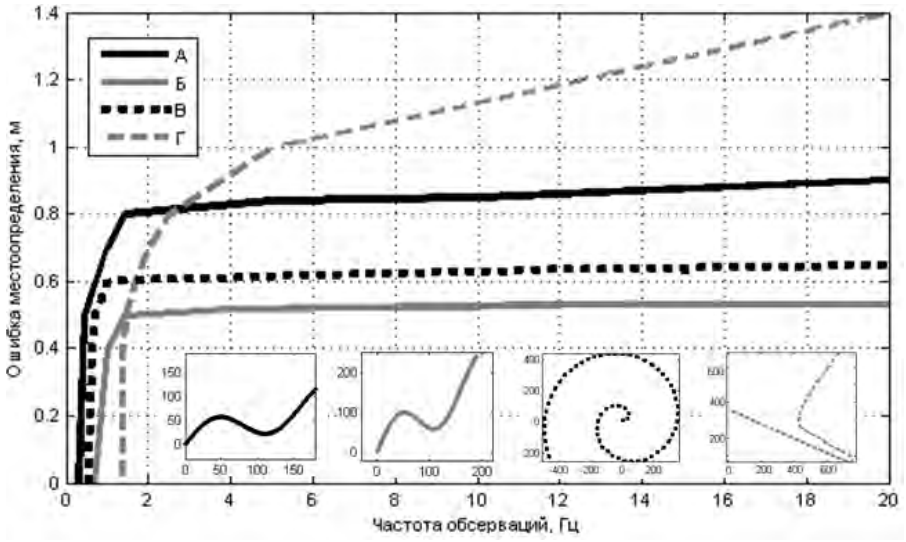


Рис. 5. Зависимость требуемой точности местоопределения от частоты обсерваций для различных типов маневров (А, Б, В, Г) при соответствующих значениях ширины коридора и скорости объекта: А – 2,5 м, 20 км/ч; Б – 2 м, 32 км/ч; В – 4 м, 38 км/ч; Г – 4 м, 40 км/ч

Заключение

Таким образом, в работе показано, что в настоящее время актуализируется задача разработки тактических, или местных радионавигационных систем, обеспечивающих как независимость от ограничений, присущих глобальным навигационным системам, так и являющихся собственным средством потребителя в случае необходимости развертывания местного навигационного поля.

Продемонстрировано, что решение прикладных задач управления движением подвижных средств зависит со стороны РНС не только от точности однократных местоопределений объекта управления, но и от частоты обсерваций, что требует при проектировании подобных систем совместного обоснования требуемых значений указанных параметров.

Разработан алгоритм управления подвижным средством и отбора пригодных пар параметров РНС по критерию невыхода за пределы назначенного коридора и минимизации невязки заданной и реальной траекторий движения.

Показано, что подобные задачи относятся к классу задач многокритериальной оптимизации, к которым могут быть применены принципы оптимизации, например, так называемая Парето-оптимизация, обеспечивающая построение множества Парето-оптимальных решений, не улучшаемых одновременно по всем рассматриваемым критериям.

На нескольких примерах без потери общности подхода продемонстрированы его применимость для решения одной из задач внешнего проектирования – обоснования требований к тактическим (местным) радионавигационным системам по точности и частоте местоопределений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соловьев Ю.А. Спутниковая навигация и ее приложения. – М.: Эко-Трендз, 2003. – 326 с.
2. Российский радионавигационный план. НТЦ «Интернавигация», версия 2. – М.: 1997.
3. Урличич Ю.М., Ежов С.А. и др. Современные технологии навигации геостационарных спутников. – М.: Физматлит, 2006, 280с.
4. Громаков Ю.А., Северин А.В., Шевцов В.А. Технологии определения местоположения в GSM и UTMS: Учеб. пособие. – М.: Эко-Трендз, 2005.
5. Приказ Минпромторга РФ от 02.09.2008 № 118 «Об утверждении радионавигационного плана Российской Федерации».
6. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1983.
7. Баушев С.В., Терехов И.А., Поливанайте Л.В. Подход к обоснованию требований по точности и частоте обсерваций в тактических системах навигации // Юбилейная XIII международная конференция «Региональная информатика (РИ-2012)». СПб, 24-26 октября 2012 г.: Материалы конференции / СПОИСУ. – СПб, 2012, 420 с.
8. Мигаловский К.А. Заметки о тактической навигации. Пособие для прохождения курса тактической навигации. - Л.: Редакционно-издательский отдел морских сил РККФ, 1926.
9. Земляновский Д.К. Лоция внутренних водных путей. – М.: Транспорт, 1988.
10. Калачев Г.С. Показатели маневренности, управляемости и устойчивости самолетов. - М.: Оборонгиз, 1958.
11. Вентцель Е.С. Исследование операций. - М. – Советское радио, 1972, 552 с.
12. Петухов Г.Б., Якунин В.И. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремлённых систем. – М: AST, 2005.
13. Баушев С.В., Терехов И.А., Поливанайте Л.В. Разработка алгоритма управления движущимся объектом при компьютерном моделировании // Юбилейная XIII международная конференция «Региональная информатика (РИ-2012)». СПб, 24-26 октября 2012 г.: Материалы конференции / СПОИСУ. – СПб, 2012, 420 с.

Исаев Р.М., Любивый А.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики

МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК

Введение

На сегодняшний день на отечественных приборостроительных предприятиях при изготовлении высокоточных деталей на дорогостоящем оборудовании становится актуальной задача анализа величины деформаций заготовки в момент обработки на стадии проектирования технологического процесса. Для решения данной проблемы необходимо использование адекватной математической модели, описывающей величину, направление и характер нагрузок, которые влияют на деформацию заготовки.

В данной статье описана методики проверки адекватности математической модели технологической системы, учитывающей влияние на процесс изготовления детали механических воздействий.

В процессе обработки заготовка испытывает влияние тангенциальной, радиальной и осевой составляющих силы резания P_x, P_y, P_z.

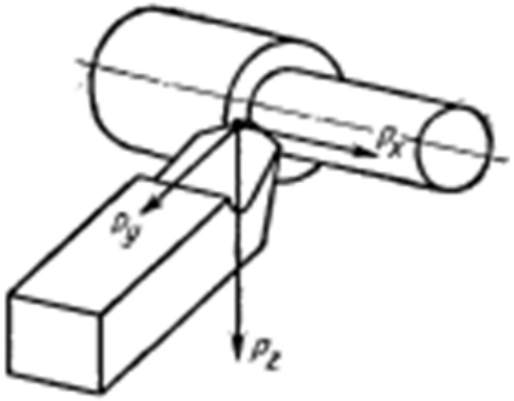


Рис. 1. Направление составляющих силы резания при продольном точении

В рамках данной работы на обрабатывающем центе с ЧПУ HAAS было изготовлено 18 тонкостенных деталей токарной группы «Втулка» из трёх видов конструкционных материалов с применением нескольких видов режущего инструмента и назначением различных режимов резания.

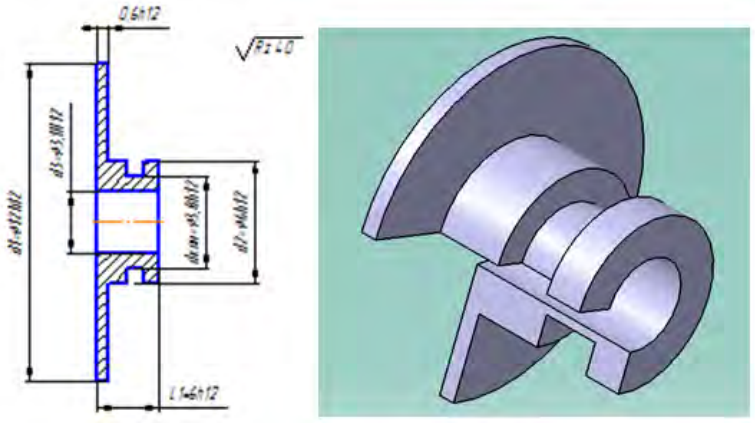


Рис. 2. Описание детали «Втулка»

1. Проведение эксперимента

В процессе измерения изготовленных деталей было выявлено отклонение значения торцевого биения тонкостенной стенки фланца z от поля допуска номинального размера под действием осевой силы резания P_x. Анализ результатов эксперимента показал, что величина осевой силы резания P_x зависит от интегрированной группы параметров, где:

σ – предел прочности материала заготовки;
n – частота вращения шпинделя;
t – глубина резания;

s – подача режущего инструмента;

$П$ – податливость технологической системы.

Таблица 1

Измерения детали «Втулка»

№	Режимы резания									Материал заготовки	Z
	Чистовой проход по диаметру			Чистовой проход по фланцу			Отрезка				
	t	t	n	t	t	n	t	t	n		
1	0,2	0,06	2000	0,05	0,05	2000	4,5	0,05	600	*Сталь 12Х13*	**0,07**
2	0,2	0,06	1500	0,05	0,05	1500	4,5	0,05	800		**0,01**
3	0,2	0,06	800	0,05	0,05	800	4,5	0,05	400		**0,07**
4	0,35	0,06	2000	0,05	0,05	2000	4,5	0,1	600		**0,03**
5	0,35	0,06	1500	0,05	0,05	1500	4,5	0,07	600		**0,03**
6	0,35	0,06	800	0,05	0,05	800	4,5	0,13	600		**0,03**
1	0,2	0,06	2000	0,05	0,05	2000	4,5	0,05	600	*Латунь ЛС59-1*	**0,05**
2	0,2	0,06	1500	0,05	0,05	1500	4,5	0,05	800		**0,03**
3	0,2	0,06	800	0,05	0,05	800	4,5	0,05	400		**0,02**
4	0,35	0,06	2000	0,05	0,05	2000	4,5	0,1	600		**0,01**
5	0,35	0,06	1500	0,05	0,05	1500	4,5	0,07	600		**0,03**
6	0,35	0,06	800	0,05	0,05	800	4,5	0,13	600		**0,02**
1	0,2	0,06	2000	0,05	0,05	2000	4,5	0,05	600	*Д16Т*	**0,01**
2	0,2	0,06	1500	0,05	0,05	1500	4,5	0,05	800		**0,02**
3	0,2	0,06	800	0,05	0,05	800	4,5	0,05	400		**0,05**
4	0,35	0,06	2000	0,05	0,05	2000	4,5	0,1	600		**0,02**
5	0,35	0,06	1500	0,05	0,05	1500	4,5	0,07	600		**0,03**
6	0,35	0,06	800	0,05	0,05	800	4,5	0,13	600		**0,01**

2. Определение теоретического значения осевой составляющей силы резания

Используя экспериментальные данные, рассчитаем теоретическое значение силы резания P_x^* для операционного перехода «отрезка детали».

Величина составляющих силы резания вычисляется по эмпирической формуле:

$$P_z(P_y;P_x) = 10 \times c_p \times t^x \times s^y \times v^n \times K_p, \quad (1)$$

где: P_x – осевая составляющая силы резания – действует вдоль заготовки (при продольном точении

противодействует механизму подачи);

P_y – радиальная составляющая (изгибает заготовку, отжимает резец);

P_z – тангенциальная (направлена по касательной к поверхности резания);

C_p – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

t – глубина резания (мм);

s – подача (мм/об);

v – скорость резания (м/мин);

x, y, n – показатели степеней;

K_p – коэффициент, учитывающий влияние инструмента.

Вычислим величину силы резания P_x^*, возникающую при глубине резания $t = 0{,}9$ мм, частоте вращения шпинделя $n = 600$ об/мин, подаче $s = 0{,}05^{\circ}$ (мм/об), $d = 12$ (мм), при отрезке детали, изготовленной из алюминия *Д 16Т.*

Коэффициенты, учитывающие свойства материала заготовки и все параметры инструмента:

$$K_p = K_{\mu p} \times K_{\varphi p} \times K_{\lambda p} \times K_{\alpha p} \times K_{\gamma p}. \quad (2)$$

Все коэффициенты взяты из справочника «Технолога-машиностроителя» А.Г. Косиловой, и в данном случае равны:

$K_{\mu p} = 2{,}75$, $K_{\varphi p} = 1{,}11$, $K_{\lambda p} = 2$, $K_{\alpha p} = 1$, $K_{\lambda p} = 1$.

Подставляем значения в формулу (2) и находим K_p:

$K_p = 2{,}75 \times 1{,}11 \times 2 \times 1 \times 1 = 6{,}11$.

Рассчитываем скорость резания v:

$$v = \frac{\pi \times d \times n}{1000}, \quad (3)$$

$$v = \frac{3.14 \times 12 \times 600}{1000} = 22.61[м/мин].$$

Теперь у нас есть все необходимые значения, подставляем их формулу (1) и находим P_x^*:

$$P_x^* = 10 \times 22{,}61 \times 0{,}9 \times 0{,}05 \times 6{,}11 = 62{,}11[H].$$

3. Определение податливости технологической системы

Проведём моделирование процесса обработки в системе инженерного расчёта Patran и определим жёсткость технологической системы k.

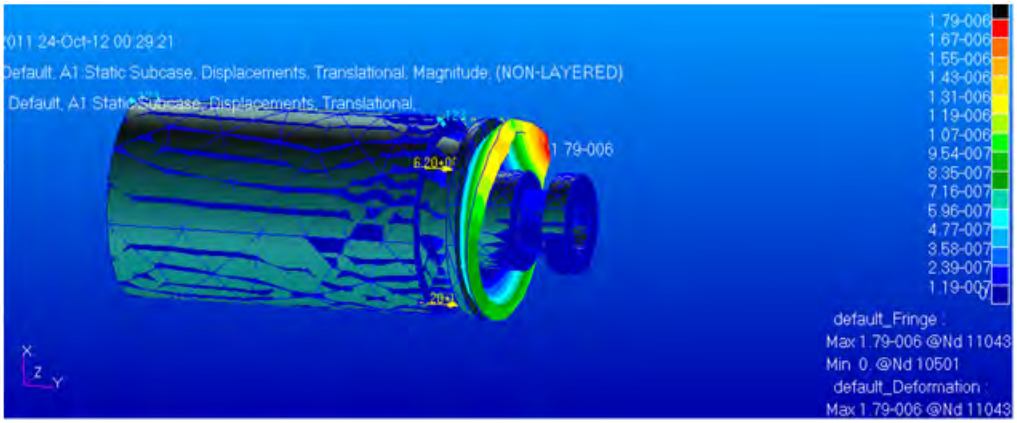


Рис. 3. Моделирование процесса обработки

Из шкалы деформаций видно, что приложение к фланцу нашей детали осевой составляющей силы резания $P_x^* = 62H$, ведёт к деформации стенки фланца $z^* = 1{,}79$ мкм.

Используя полученные данные, определим податливость технологической системы.

$$П = \frac{\Delta}{P} = \frac{1{,}79 \cdot 10^{-6}}{62} = 29 \cdot 10^{-9}. \quad (4)$$

Зная реальную деформацию тонкостенного фланца и величину деформации тонкостенного фланца, рассчитаем реальное значение осевой силы резания P_x.

$$P_x = \frac{\Delta^*}{П} = \frac{0{,}01 \cdot 10^{-3}}{29 \cdot 10^{-9}} = 345[H]. \quad (5)$$

Вычисляем значение поправочного коэффициента K:

$$K = \frac{P^*}{P} = \frac{345}{62} = 5{,}56. \quad (6)$$

Из формулы (6) видно, что реальное значение величины осевой составляющей силы резания P_x отличается от значения, полученного с использованием эмпирических формул из справочников, в 5,56 раз.

Заключение

Анализ результатов данной работы наглядно демонстрирует непригодность математической модели, в которой определение механических воздействий на заготовку в процессе обработки строится на расчёте составляющих силы резания с использованием данных из справочника технолога-машиностроителя. В первую очередь это связано со сложностью технологической системы, с большим количеством факторов воздействия, которые ведут себя как случайные величины и не могут быть точно определены на этапе проектирования.

Можно утверждать, что при проведении моделирования процесса обработки на стадии проектирования технологического процесса в условиях реального производства математическая модель технологической системы должна строиться на данных, взятых из исследования процесса обработки на определённом оборудовании с учётом реальной жёсткости технологической системы и измерений деформаций деталей, изготовленных на данном оборудовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косилова А.Г. Справочник технолога-машиностроителя // М.:Машиностроение,1986. 283с.
2. Малов А.Н. Справочник технолога-машиностроителя: // М.:Машиностроение, т. 2.1973. 311с.

Михайлов Н.С.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Равенство»

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННАЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОАО «РАВЕНСТВО»

ОАО «Равенство» является одним из ведущих приборостроительных предприятий России. ОАО «Равенство» относится к предприятиям с единичным и мелкосерийным характером производства, а производимые изделия: береговые радиолокационные станции, медицинские комплексы для лечения онкологических больных, малогабаритные гидравлические исполнительные механизмы и др. отличаются высокой сложностью и могут содержать в своем составе более десяти тысяч деталей и сборочных единиц (ДСЕ) собственного изготовления и покупных комплектующих. [1] Отличительной особенностью является и использование широкого спектра наименований материалов. Обновление номенклатуры выпускаемой продукции и производство опытных образцов изделий требует наличия на предприятии развитых конструкторско-технологических служб. Успешная работа предприятия обеспечивается благодаря применению средств автоматизации конструкторско-технологической и технической подготовки, планирования и оперативного управления производством, которые являются ключевыми элементами интегрированной корпоративной информационной системы (КИС) предприятия.

Основные этапы развития информационных систем предприятия указаны на рисунке 1.

Рисунок 1

В 1980-х годах на предприятии была разработана автоматизированная система управления предприятием (АСУП). АСУП функционировала как и все отечественные системы того времени в информационно-поисковом режиме. АСУП успешно выполняла поставленные перед ней задачи, основная из которых заключалась в подготовке производственной документации на основе бумажных экземпляров конструкторско-технологической документации ДСЕ собственного изготовления.

В 1990-х годах при переходе России к рыночным отношениям существенно изменилась динамика внешней среды, что обусловило потребность создания и внедрения информационных систем поддержки принятия решений. Однако, катастрофическое положение предприятий оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в это время не позволяло развивать автоматизацию должным образом. Для расширения функций АСУП была внедрена коробочная DOS-система учета покупных комплектующих и разработан комплект приложений для автоматизации частных задач.

В первой половине 2000-х годов экономическое положение предприятий ОПК стабилизировалось, на ОАО «Равенство» были закуплены и успешно внедрены две крупные информационные системы «нового» поколения: система планирования ресурсов предприятия (ERP) стала выполнять задачи бухгалтерского, кадрового учета и т.п.; система управления данными об изделии (PDM) была внедрена в конструкторско-технологические службы предприятия. Внедрение на предприятии данных систем стало отправной точкой для построения единого информационного пространства – интегрированной КИС ОАО «Равенство».

Для построения интегрированной КИС были поставлены и решены следующие основные задачи:

- Модернизировать морально устаревшие модули.
- Объединить информационные системы.
- Исключить двойной ввод данных.
- Автоматизировать неохваченные прежде процессы.
- Обеспечить бесперебойное функционирование всех служб предприятия.

Этапы развития интегрированной КИС представлены на рисунке 2.

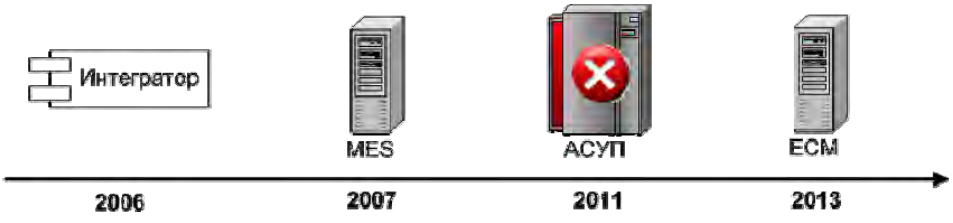


Рисунок 2

В 2006 году разработаны первые модули для интеграции информационных систем. В 2007 году разработана и запущена первая версия производственной исполнительной системы (MES). На начальном этапе была спроектирована интегрированная база данных, вокруг которой впоследствии была сформирована производственная исполнительная система, спроектированная по трехзвенной архитектуре. Центральными объектом системы является заказ, работа над изготовлением изделия начинается с подготовки производственной документации (ПД). ПД формируется по установленным образцам предприятия на основе конструкторской и технологической документаций, разрабатываемых в различных подсистемах.

Модуль подготовки производственной документации во время тестирования позволял формировать документацию двумя путями и осуществлять проверку: на основе данных из АСУП и из тех же данных, но предварительно импортированных в PDM. Импортировать сразу все данные из АСУП не представлялось возможным ввиду большого объема (трудоемкая ручная проверка). Одновременно с отладкой «нового» механизма подготовки производственной документации была отлажена работа конструкторского отдела.

Дальнейший функционал MES наращивался с помощью дополнительных модулей. Следующим был разработан модуль управления производственным процессом на основе маршрутных карт, которые также формировались двумя путями. Для всех подразделений, в первую очередь, для планово-диспетчерского отдела и производственных цехов данные модули явились средством оперативного получения конструкторской и производственной документации и средством формирования отчетов и проводки маршрутных карт.

На следующем этапе объектом интеграции явилась информация о материалах. Система подготовки материальных ведомостей технологического отдела была интегрирована с PDM и MES. К уже отлаженному механизму импорта информации о ДСЕ из АСУП в PDM и далее в MES был добавлен импорт данных о крепежных и покупных изделиях «на лету», т.е. при импорте данных об изделии по требованию. После тестирования и отладки указанного процесса информация о крепежных и покупных изделиях была импортирована в PDM в виде отдельных справочников. Персонал был обучен работе со справочниками в PDM.

Технологические процессы на предприятии разрабатываются в специализированной системе САПР ТП, которая была изолирована от других систем. Поэтому приходилось повторно вводить информацию о технологическом процессе в АСУП. В целях устранения указанного недостатка был внедрен модуль, позволяющий импортировать данные из файловой системы технологических процессов в PDM, минуя старую систему.

В 2011 году была снята с поддержки АСУП, после отладки и корректировки механизма подготовки ПД напрямую из PDM разработка и корректировка КД стала осуществляться только в PDM. Старая файловая система подготовки ПД АСУП была «заморожена». АСУП перестала использоваться для ввода новой информации и выпуска ПД, но данные о составе заимствованных изделия времени от времени запрашиваются конструкторами для импорта в PDM.

Новая схема подготовки ПД позволила внедрить в MES ряд дополнительных модулей: сравнение заказов, редактор состава заказа без изменения КД и ТД при изготовлении в межзаводской кооперации, контроль исполнения плана по подготовке и проверке ПД с ведением журнала истории, отслеживание изменений в КД (извещения) и отражение их в ПД, внутренняя переписка и оповещение пользователей о состояниях заказа.

Для обеспечения интеграции ERP и MES были разработаны специальные модули. Модуль формирования требований на покупные изделия и материалы обеспечил оперативный заказ комплектующих со склада в цех. Для оперативного расчета предварительной и окончательной цены заказа был разработан модуль расчета материальных затрат на основе интеграции данных о стоимости материальных ценностей ERP с составом заказа в MES. Для тех же целей был разработан и реализован модуль расчета трудоемкости на заказ по технологическим процессам.

В итоге на основе единой интегрированной БД была сформирована производственная исполнительная система и ПО интеграции PDM, ERP и MES, а устаревшее ПО было снято с обслуживания.

В 2013 году в тестовую эксплуатацию запущена система управления информационными ресурсами предприятия (ECM).

Структура КИС ОАО «Равенство» представлена на рисунке 3.

Текущая версия КИС ОАО «Равенство» обладает следующими функциональными возможностями:

1) Подсистема ERP обеспечивает автоматизацию бухгалтерского, кадрового, складского учета и т.п.

2) Подсистема PDM обеспечивает автоматизацию функций конструкторско-технологических служб предприятия.

3) Подсистема MES обеспечивает автоматизацию подготовки производства, диспетчеризации производства, управления производственным процессом, производственной логистики.

4) Подсистема ECM обеспечивает web доступ к информационным ресурсам предприятия, справочникам, форуму и т.п.

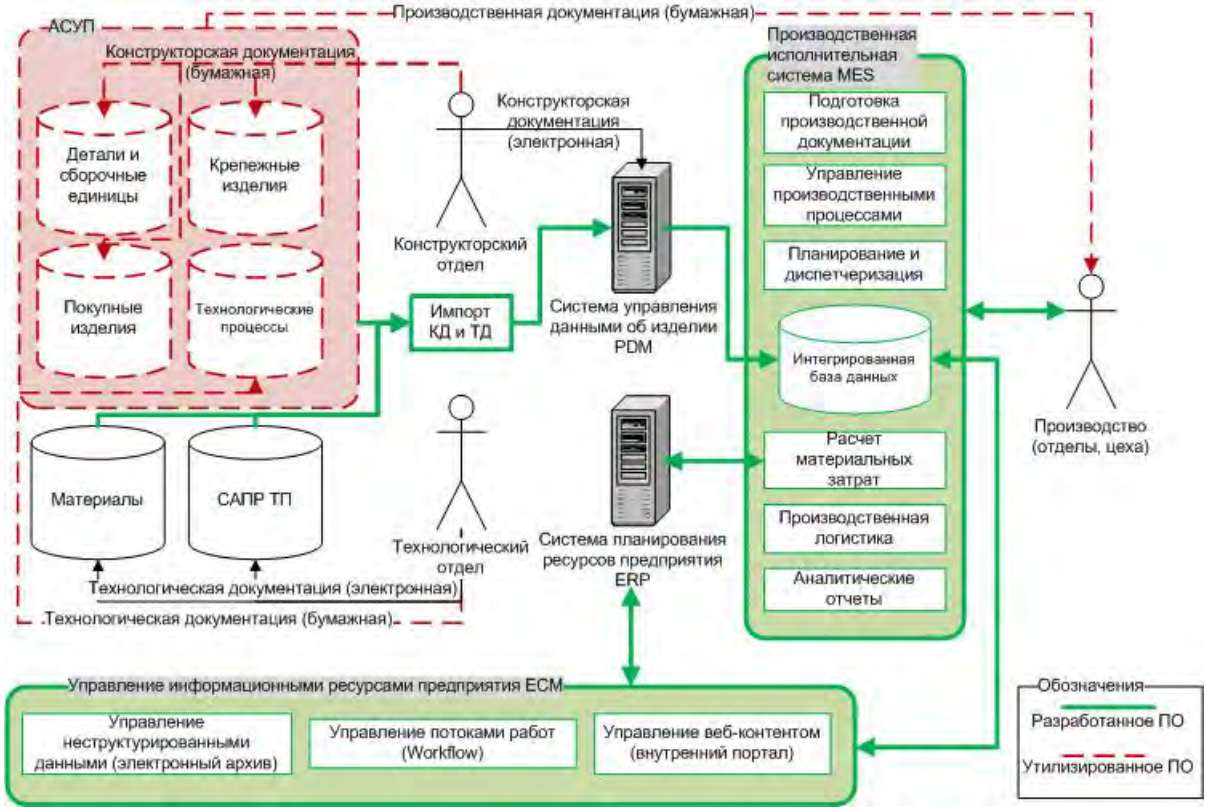


Рисунок 3

Благодаря комплексу выполненных работ была построена интегрированная корпоративная информационная система ОАО «Равенство», которая в настоящее время успешно функционирует. Силами специалистов ОАО «Равенство» КИС непрерывно совершенствуется и расширяет свои функциональные возможности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт ОАО «Равенство» - http://rawenstvo.ru/

Сартасов С.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет

О РАСПАЛЛЕЛИВАНИИ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ

Введение

Задачи дактилоскопической идентификации решаются в различных системах, как в коммерческих, так и в академических. Основным показателем качества системы является качество распознавания отпечатка в терминах False Accept Rate (FAR, коэффициент ложного доступа) и False Reject Rate (FRR, коэффициент ложного отказа доступа). В настоящее время достигнуто такое значение FAR, как 10^{-9}, что свидетельствует о высоком уровне развития разрабатываемых биометрических решений.

Вместе с тем практика внедрения идентификационных решений показывает, что качество распознавания не всегда является единственной характеристикой качества всей системы в целом. При построении «электронной проходной» в учреждении немаловажным параметром является также и время идентификации личности, так как длительное распознавание приводит к появлению очередей.

В общей схеме биометрической системы [1] (рисунок 1) мы можем выделить пять точек, быстродействие в которых влияет на быстродействие всей системы:

1. В сканере – захват изображения отпечатка.
2. В линиях связи между сканером и экстрактором свойств.
3. В экстракторе свойств – быстродействие экстрактора.
4. В мэтчере – последовательное сопоставление всех шаблонов базы с предоставленным.
5. В мэтчере – быстродействие алгоритма сопоставления.

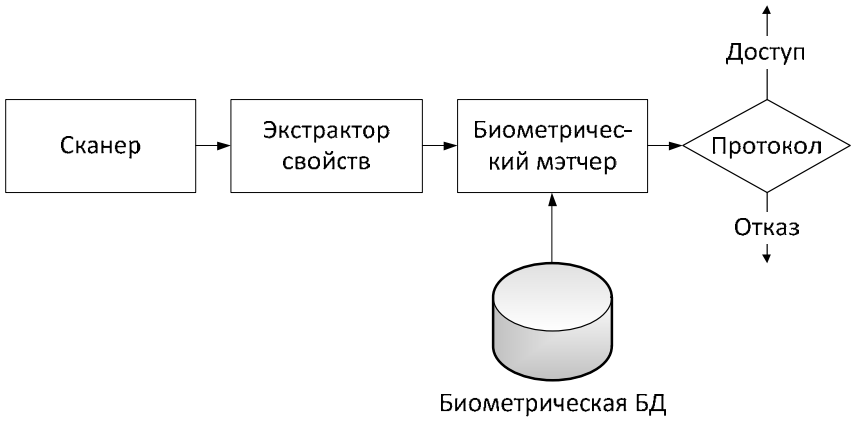


Рис. 1. Общая схема биометрической системы

Первая и вторая точки обычно работают достаточно быстро, и суммарная задержка между прикладыванием пальца и получением изображения в экстракторе составляет порядка 50-200 мс (для популярных в коммерческих системах устройств Futronic FS80, Futronic FS84, Authentec AES1610). Третья и пятая точка связаны с алгоритмом распознавания. К сожалению, не все алгоритмы, требующие серьёзных вычислительных затрат, могут быть эффективно распараллелены, что негативно влияет на их применимость. Четвёртая точка связана с проблемой масштабируемости биометрической системы – увеличением времени сопоставления и ранжирования шаблонов с ростом их числа в базе данных. Для быстрого решения этой проблемы часто бывает достаточно просто разделить весь массив шаблонов на нескольких частей и запустить алгоритм сопоставления отдельно в каждом потоке для каждой получившейся части, где число потоков не превышает общее число ядер процессоров вычислительной машины. Такой способ применяется для не слишком больших баз отпечатков (порядка тысяч), но в случае больших баз для получения приемлемого времени сопоставление производится на нескольких вычислительных машинах сразу.

Методология GPGPU (General-Purpose Graphical Processing Unit) заключается в том, что для вычислений общего назначения применяется видеокарта вычислительной машины. Она представляется нам перспективной для более эффективной реализации параллельной обработки отпечатка в биометрической системе, как на этапе построения шаблона, так и на этапе сопоставления. Ранее мы уже рассматривали алгоритм дактилоскопической идентификации FingerCode [2] при исследовании его пространственных характеристик. Как будет показано ниже, он обладает рядом свойств, благодаря которым его реализация с применением GPGPU даёт значительный выигрыш в производительности. На основании полученных результатов мы предлагаем двухступенчатую архитектуру биометрической системы, лучше адаптированную к масштабированию.

1. Обзор технологии CUDA

Одной из реализаций методологии GPGPU является технология CUDA фирмы NVIDIA, используемая в видеокартах семейства GeForce [3]. Её программная модель показана на рисунке 2:

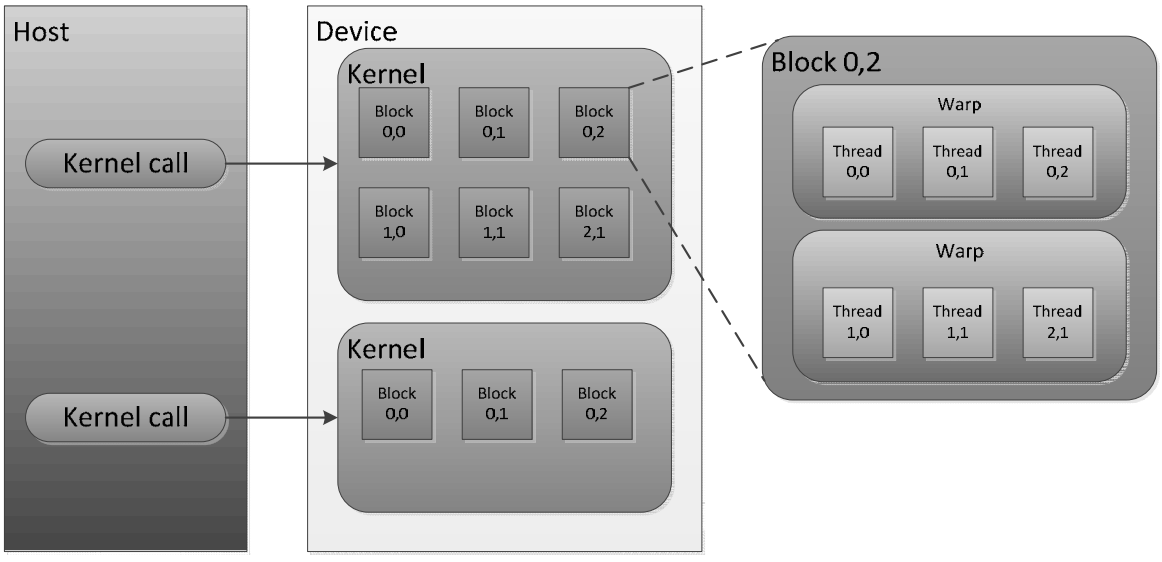


Рис. 2. Программная модель технологии CUDA

Согласно данной модели все вычисления делятся на осуществляемые на центральном процессоре (хост или host) и на осуществляемые на видеокарте (устройство или device). Во время выполнения вычислений хост обращается к устройству, передавая на исполнение программное ядро (kernel) – скомпилированный шейдер графического процессора. Перед вызовом ядра происходит конфигурация потоков устройства. Предполагается, что при работе ядра будет создано большое количество потоков, которые объединяются в блоки. Все потоки одного блока исполняются на одном мультипроцессоре устройства, причём физически потоки в блоке объединяются в пулы (warp), в которых все команды исполняются одновременно. Множество блоков образует сетку (grid). В настоящее время число потоков в пуле составляет 32, размерность блока и сетки может составлять до трех измерений включительно, однако максимальное число потоков в блоке не должно превышать 1024. На одном мультипроцессоре может одновременно исполняться до 16 блоков с суммарным числом потоков, не превышающим 2048.

Таким образом, технология CUDA позволяет разрабатывать алгоритмы под мощный потоковый процессор с возможностью одновременной обработки данных в тысячах потоков. Разумеется, у этой технологии есть ограничения, например:

1. Размер блока надо подбирать с учётом потребления регистровой памяти в каждом потоке, так как её количество ограничено в каждом мультипроцессоре.
2. Обращения к глобальной памяти рекомендуется оптимизировать таким образом, чтобы, упрощённо, соседние по индексу потоки обращались к соседним четырёхбайтовым словам в глобальной памяти видеокарты. Это приведёт к считыванию данных для нескольких потоков в одно обращение, а не в несколько независимых.
3. Невозможно использовать рекурсивные функции.
4. Ветвление в разных потоках блока на разные пути выполняется медленнее, чем в случае, когда все потоки ветвятся на один и тот же путь.

Таким образом, перевод на GPGPU некоторых алгоритмов может быть затруднён.

2. О параллельной реализации алгоритма FingerCode

Об алгоритме дактилоскопической идентификации FingerCode можно более подробно узнать в [4]. Алгоритм построения шаблона следующий:

1. Построить поле направлений папиллярных линий отпечатка пальца. Для его построения можно использовать фильтры Собеля и сглаживающий фильтр.
2. На основании некоторого алгоритма выделить опорную точку. Алгоритмы поиска опорной точки по полю направлений, как правило, тоже редуцируются к операциям свёртки. В нашей работе мы использовали алгоритм из [5] как более устойчивый к повороту пальца.
3. Провести свёртку P фильтрами Габора области, ограниченной M концентрическими кольцами толщиной K пикселей и внутренним радиусом наименьшего кольца L пикселей. По результатам нашей работы [2] из соображений построения модуля непрерывной классификации мы выбрали M=3, K=24, L=14, P=7, что позволило установить рабочую точку FAR = 12.26%, FRR=1.3%.
4. В P получившихся изображениях разбить каждое кольцо на N секторов. Вычислить математическое ожидание и среднее отклонение цветов пикселей в каждом секторе. Из тех же соображений мы выбрали N=9.
5. Из MNP средних отклонений составить вектор, который и будет шаблоном FingerCode.

Элементами, по которым осуществляются итерации на шагах 1–4 – это пиксели изображения и углы поля направлений в двумерном массиве. Во всех этих алгоритмах итерации не зависят друг от друга, то есть для обработки каждого элемента необходимо знать его численное значение и в ряде случае исходное значение элементов в некоторой его окрестности, но не результат преобразования соседних элементов. Следовательно, каждую итерацию можно выполнять независимо от остальных и параллельно с ними. Отдельно отметим, что наиболее вычислительно ёмкой является операция свёртки изображения фильтрами Габора – она может занимать до 80–95% всего времени работы алгоритма.

Реализация данного алгоритма с использованием GPGPU была ранее рассмотрена в [6]. Хотя ускорение работы алгоритма в 35 раз при том, что FAR всей системы остался неизменным, является отличным результатом, необходимо отметить существенные, с нашей точки зрения, недостатки:

1. Так как нет указания на выбранный метод поиска опорной точки, мы полагаем, что был использован метод из оригинальной работы [4], который не даёт удовлетворительно точного ответа для повёрнутых отпечатков.
2. В работе говорится об уменьшении размера шаблона с 640 до 512 элементов. Не указаны пространственные характеристики соответствующей этому шаблону системы колец и число фильтров.
3. В работе не указывается, какое время тратится на применение к изображению фильтров и поиск опорной точки. Не уточняется, входит ли в работу мэтчера ранжирование результатов, или это только вычисление сумм.

В нашей работе все упомянутые алгоритмы были реализованы с помощью технологии CUDA. Конфигурация потоков в вызовах ядер осуществляется таким образом, чтобы каждому потоку соответствовала одна итерация соответствующего алгоритма и, как следствие, конкретный пиксел или один вектор поля направлений с окрестностью. Исключение было сделано для алгоритма нормализации изображения внутри и вне колец FingerCode. Мы разделили исходное изображение на квадраты и на GPU вычисляли промежуточные значения, а итоговые значения собирались на CPU.

Степень схожести двух шаблонов определяется евклидовым расстоянием равным значению

$$\sqrt{\sum_{i=1}^{MNP}(x_i - y_i)^2},$$

где $\{x_i\}$, $\{y_i\}$ – два шаблона FingerCode.

Чем меньше метрика, тем более схожи шаблоны. В работе [6] предлагается вычислять данную метрику параллельно. Так как метрика алгоритмически простая и не требует больших вычислительных затрат в рамках сопоставления одной пары шаблонов, мы не реализовывали параллельную версию алгоритма её вычисления. Для значительного прироста быстродействия, как было сказано ранее, оказалось, достаточно просто распараллелить вычисление метрики по всему массиву. Предлагается следующая схема оптимизации вычислений, учитывающая технологические особенности платформы. Поскольку при обращении к глобальной памяти мультипроцессорможет считывать не отдельные слова, а 16 4-байтовых слов, для оптимизации обращения к памяти видеокарты элементы массива были переставлены следующим образом: шаблоны объединялись в группы по 32 (размер пула), и все элементы с одинаковым индексом записывались последовательно. Пример такой перестановки показан на рисунке 3 для пула в восемь потоков и векторов из трех компонент. Одним цветом обозначены компоненты одного и того же вектора, числами обозначен индекс компонента вектора.

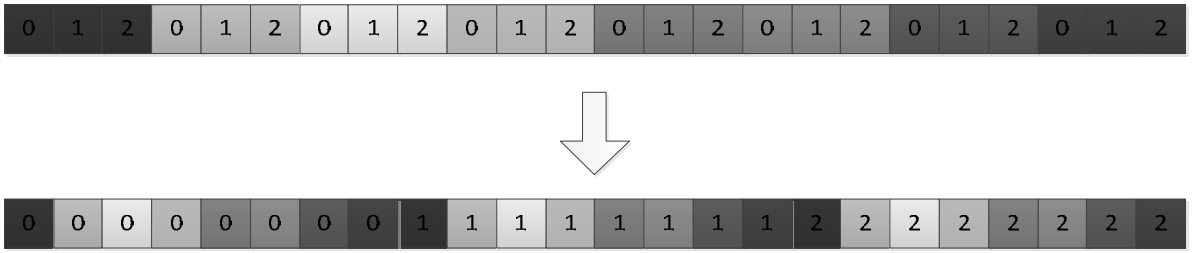


Рис. 3. Пример перестановки элементов FingerCode для восьми векторов из трех компонент

Алгоритмы были реализованы на языке CUDA C с применением арифметики с плавающей запятой обычной точности. Ранжирование результатов осуществлялось во всех случаях на CPU. Исходные коды доступны по ссылке: URL:http://code.google.com/p/cuda-fingerprinting/

Результаты работы алгоритма были получены на трех машинах с различными видеокартами компании NVIDIA. Так как число мультипроцессоров зависит от модели видеокарты, время работы алгоритма может заметно отличаться. Результаты измерений приведены в таблице 1. Все времена указаны в миллисекундах.

Таблица 1

Результаты исполнения последовательной и параллельной версий алгоритма FingerCode на машинах разных конфигураций

Конфигурация	Опорная точка	Шаблон	Мэтчер	Ранжи-рование	Сумма	Только GPU	Полное ускорение	Ускорение с GPU
Машина 1 (CPU)	40,125	1336,547	121,1	23,5	1521,27	1497,77		
Машина 2 (GPU)	9	143,75	1,95	35,3	190	154,7	801%	968%
Машина 3 (GPU)	3	46,95	1	30,9	81,85	50,95	1859%	2940%
Машина 1 (GPU)	3	36,35	1	28,3	68,65	40,35	2216%	3712%

Конфигурации машин следующие:

- Машина 1: Intel Core i5-2400 с частотой 3.3 ГГц, 8 Гб ОЗУ, видеокарта Nvidia GeForceGTX 570.
- Машина 2: Samsung RF511 S01, видеокарта Nvidia GeForce 540M.
- Машина 3: Intel Core i5-2400 с частотой 3.3 ГГц, 4 ГбОЗУ, видеокарта Nvidia GeForce GTX 560.

Сопоставление и ранжирование осуществлялись в наших экспериментах на базе в 60000 искусственных отпечатков без учёта поворота. Необходимо отметить, что алгоритм ранжирования не был реализован на GPU, и видно, что в самом быстром варианте он становится новым узким местом работы системы.

Наши эксперименты на машине 1 показывают, что на массиве из миллиона FingerCode время сопоставления по нашей схеме составляет 4 мс. Так как в нашей работе мы используем девять секторов, наиболее вероятными для поворота будут пять направлений. При вычислении метрик схожести нет необходимости хранить по 5 представлений каждого FingerCode. Для достижения этой цели достаточно сформировать представления сопоставляемого FingerCode, так как сопоставление шаблона I, повёрнутого на 2π/P, с шаблоном II из базы эквивалентно сопоставлению шаблона I с шаблоном II, который повёрнут на (-2π/P). Таким образом, расчётное число сопоставлений в секунду составляет значение $10^6/(0{,}004*5)$, равное $5\cdot10^7$

Из результатов также становится заметно, что после ускорения одним из узких мест системы становится ранжирование результатов, время работы которого нелинейно возрастает с увеличением числа шаблонов в базе отпечатков. В этой связи мы также реализовали на CUDA битоническую сортировку [7]. Однако этот алгоритм недостаточно хорошо ложится на модель памяти CUDA, вследствие чего время его работы может отличаться от раза к разу. Наши эксперименты показывают, что это время работы для миллиона элементов можно аппроксимировать нормальным распределением с математическим ожиданием 8,05 мс и дисперсией 1,65 мс.

Полученные результаты позволяют нам утверждать, что для быстрой непрерывной классификации достаточно использовать один только модифицированный алгоритм FingerCode.

3. Об архитектуре биометрической системы с классификатором и мэтчером

Встраивание в схему биометрической системы непрерывного классификатора добавляет в неё два дополнительных звена (рисунок 4):

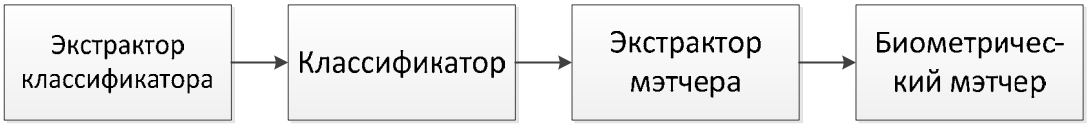


Рис. 4. Схема биометрического распознавания для непрерывного классификатора и мэтчера

Между тем, как правило, алгоритмы классификации и идентификации выбираются так, чтобы использовать разные и взаимно дополняющие элементы отпечатков, например, классификатор по типу узора и мэтчер на основе минуций. Как следствие экстракторы свойств мэтчера и классификатора не пересекаются или минимально пересекаются по используемым артефактам (например, они оба используют поле направлений, но по-разному). Это позволяет нам выполнять часть блоков независимо друг от друга. Разделение исполнения этих блоков на два или более физических вычислительных устройства (CPU+GPU или GPU+GPU) позволяет добиться большего ускорения, нежели исполнение их на одном устройстве (рисунок 5), при этом надо принять во внимание, что вызовы программных ядер CUDA асинхронны по умолчанию. Начиная с видеокарт, поддерживающих CUDA Compute Capability 2.0, существует возможность одновременного запуска до четырех программных ядер на одном GPU. Это становится актуальным для видеокарт последних моделей, где число мультипроцессоров может оказаться меньше числа блоков программного ядра.

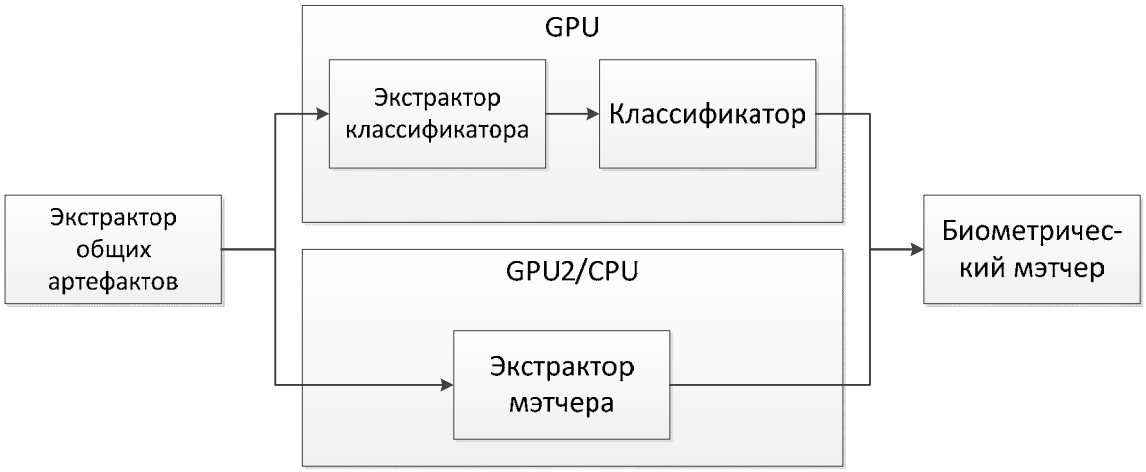


Рис. 5. Параллельная схема биометрической системы

Заключение

Мы показали, что алгоритм FingerCode может быть эффективно реализован с применением технологии NVIDIA CUDA. Полученные данные о времени работы алгоритма вместе с найденной рабочей точкой уже являются приемлемыми для его использования в коммерческих системах для реализации непрерывного классификатора. В частности, возможность ранжирования базы из миллиона отпечатков по убыванию степени похожести менее, чем за 50 миллисекунд, с

использованием не самого лучшего оборудования из доступного на рынке, позволяет говорить о применимости непрерывной классификации в системах реального времени и о достижении существенно лучшей масштабируемости процедуры сопоставления. Предлагаемая нами схема биометрической системы предназначена для лучшего использования вычислительных мощностей видеокарты. Наши дальнейшие исследования направлены на построение высокоточного мэтчера с применением технологии CUDA.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bolle Ruud и др. Guide to Biometrics. –London : Springer Professional Computing, 2003.
2. Сартасов С.Ю. О пространственных характеристиках алгоритма FingerCode // Компьютерные инструменты в образовании. СПб: Автономная некоммерческая организация Центр информатизации образования КИО–2011, 6.
3. Боресков А.В., Харламов А.А. Основы работы с технологией CUDA. // М.-ДМК-Пресс, 2010.
4. Jain Anil K. и др. Filterbank-Based Fingerprint Matching // IEEE Transactions on Image Processing. – Piscataway, N.J. : IEEE Signal Processing Society, May 2000 г. – 5 : Т. 9.
5. LifengSha Feng Zhao, Xiaoou Tang. Improved FingerCode for Filterbank-based Fingerprint Matching // Proceedings of International Conference on Image Processing (ICIP) 2003. – Washington, DC: IEEE, 2003.
6. S. Bay et al.GPU-Accelerated Fingerprint Matching. URL: http://developer.download.nvidia.com/GTC/PDF/GTC2012/Posters/P0373_11-2610_GTC2011_POSTER-MITRE_GPU-Accelerated_Fingerprint_Matching_v1.pdf
7. Фальфушинский В.В., Гречко В.О. Параллельно-конвейерные схемы алгоритмов сортировки // Международная конференция «Высокопроизводительные вычисления HPC-UA’2011». Киев. 2011.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Вардомская А.А., Климов Е.Н.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ РАСХОДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕСУРСА ПОРТОВЫХ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В связи со вступлением России в ВТО, в ближайшие годы прогнозируется увеличение объемов перевозок грузов, расширяются возможности доступа к лучшим образцам мировой индустрии, включая продукцию судостроения, технику и технологию портовых систем, а также к инвестиционным и кредитным ресурсам для реализации инфраструктурных проектов.

Одновременно усилится конкурентная борьба за грузовую базу. Конкурентоспособность отечественного транспортного комплекса будет зависеть от многих факторов, в том числе, от качественного перевооружения водных путей, флота и портов. Особое внимание уже в настоящее время уделяется развитию портов. Расположенных в створах международных транспортных коридоров. При этом решающее значение имеет их специализация и создание так называемых «сухих портов», когда портовая система включает в себя удаленные железнодорожные узлы и транспортно-логистические комплексы.

Специализация портов и терминалов является сложной проблемой. Если наливные грузы практически полностью перегружаются через спецтерминалы, то создание и развитие терминалов для перевалки минеральных удобрений, химических грузов, угла, серы, леса, контейнеров, обработки автомобильных и железнодорожных паромов планируется осуществить в ближайшие годы. Особое внимание уделяется строительству глубоководных портовых комплексов – хабов, обеспечивающих технологию трансшипмента для разгрузки крупных контейнеровозов и дальнейшей доставки контейнеров небольшими судами в ближайшие малые порты.

Возрастает необходимость строительства на базе отдельных портов мультимодальных центров, которые свяжут разные виды транспорта (водный, железнодорожный, автомобильный).

Создаваемые портовые перегрузочные комплексы будут иметь большую производительность и обеспечивать большой годовой грузооборот. Например, порт Усть-Луга рассчитан на перспективный грузооборот 190 млн. тонн в год, он будет принимать суда водоизмещение до 150 тыс. тонн. Стабильная работа, экологичность и безопасность таких комплексов может быть обеспечена только при высокой надежности портового оборудования, наличия систем технического диагностирования и автоматизированного управления его работоспособностью.

Проектирование таких систем требует знания характеристик процессов расходования и восстановления технического ресурса основных узлов перегрузочного оборудования. В настоящее время закономерности изменения технического состояния применительно к высокопроизводительным портовым комплексам изучены недостаточно.

Под техническим состоянием портового оборудования понимается совокупность свойств, изменяющихся в процессе работы и обуславливающих его пригодность к эффективному и безопасному использованию по назначению в определенных условиях. Это специфичное проявление качества портовой техники на этапе эксплуатации.

Основными проявлениями изменений указанных свойств являются физические изнашивание, усталостные повреждения, деформация, различные отложения на рабочих поверхностях и в полостях, разрегулирование. Интенсивность этих изменений зависит от режимов работы и условий использования оборудования. Для различных узлов оборудования она неодинакова. Показатели технического состояния, раньше других достигающие предельно допустимых значений, принято использовать в качестве ресурсных показателей оборудования, а разность конечного и начального их значений рассматривать как параметрический (технический) ресурс. При относительно стабильных режимах работы и условиях использования оборудования его технический ресурс может быть выражен в часах работы (наработки).

Анализ большого числа объектов портовой техники показывает, что процесс изменения их технического состояния зависит, прежде всего, от нагрузочного, скоростного и теплового режимов работы, а также от степени изменения самого технического состояния. Иначе говоря, изменение технического состояния влияет на интенсивность дальнейшего его изменения через механизмы внутренних обратных связей. На рисунке 1 приведена общая структура модели формирования технического состояния портового перегрузочного оборудования.

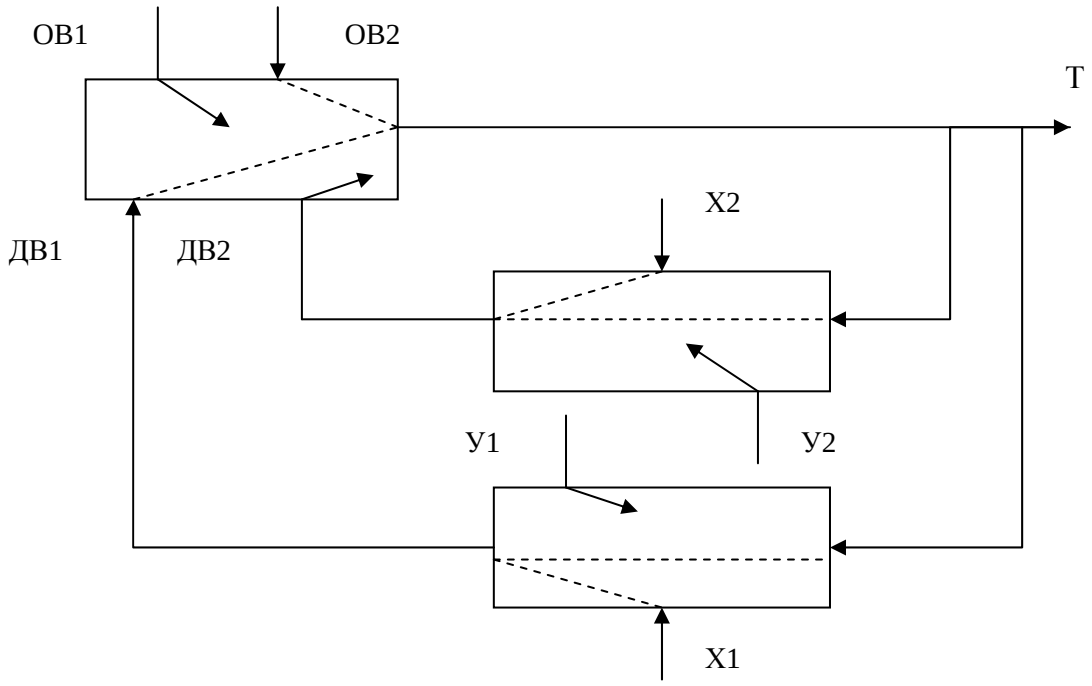


Рис. 1. Общая структура модели формирования технического состояния портового перегрузочного оборудования

На рисунке обозначены:

Х1, Х2, У1, У2 – векторы случайных внешних воздействий;

ДВ1, ДВ2 – векторы дополнительных воздействий, зависящих от технического состояния;

ОВ1, ОВ2 – векторы основных воздействий, связанных с условиями использования и режимами работы;

Т – показатель технического состояния.

Штрихами показаны аддитивные каналы, наклонными стрелками – мультипликативные каналы влияния воздействий, иногда называемые каналами параметрических воздействий.

Процессы, обусловленные основными и дополнительными воздействиями, имеют различный характер. Часть процессов по мере наработки объекта стабилизируются и в дальнейшем не влияют на динамику изменения технического состояния. Другие процессы неустойчивы. Наличие процессов разновременного действия приводит к многостадийности общего процесса.

Компьютерный анализ процесса функционирования системы автоматизированного управления техническим состоянием оборудования портового перегрузочного комплекса требует формализации процессов, протекающих во всех звеньях системы. Поскольку указанная система предполагает участие в ней человека – оператора, она является эргатической. Формализация процессов здесь должна проводиться с единых позиций, в данном случае – с позиций функционирования системы в целом. Описание должно отражать поведение каждого звена по принципу вход – выход, то есть на макро-уровне.

При описании процесса расходования технического ресурса объектов портовых перегрузочных комплексов могут быть использованы методы идентификации структуры и параметров модели на основе экспериментальных характеристик. Однако более точно структура модели может быть получена в результате рассмотрения совокупности взаимосвязанных внутренних физических процессов. Оценку параметров итоговой зависимости при этом необходимо выполнить путем идентификации.

Второй путь рассмотрен в работе [1]. Он использован для получения моделей изменения технического состояния портовой техники. Установлено, что влияние аддитивных внутренних обратных связей в узлах объектов может приводить как к ускорению дальнейшего изменения ресурсного показателя, так и замедлению. Известны случаи, когда действие этих обратных связей незначительно и ими можно пренебречь.

В результате все многообразие узлов технологического оборудования портовой техники можно разделить на три группы. К первой группе отнесем узлы, в которых по мере ухудшения технического состояния за счет действия внутренней положительной обратной связи происходит повышение интенсивности дальнейшего его изменения. Характерным примером являются узлы, у которых в процессе работы происходит перекладка зазоров, сопровождающаяся соударением деталей и дополнительным эквивалентным износом.

Во второй группе оказываются узлы с нулевой внутренней обратной связью, характеристика процесса изменения технического состояния которых близка к линейной. В третьей группе находятся узлы с отрицательной внутренней обратной связью. Здесь по мере изменения технического состояния интенсивность дальнейшего изменения постепенно снижается. Это происходит по различным причинам, одна из них – уменьшение упругости изнашиваемых элементов.

Динамические характеристики узлов первого и третьего типов, полученные экспериментальным путем, показывают, что они близки к экспоненциальным.

В результате, модели для скорости процессов изменения ресурсных показателей узлов портовой перегрузочной техники могут быть представлены в общем виде как:

$$v_i = K_i \exp A_i; \quad (1)$$

$$A_i = \begin{cases} \frac{\tau_1}{T_1} \; при \; i = 1; \\ 0 \; при \; i = 2; \\ -\frac{\tau_3}{T_3} \; при \; i = 3, \end{cases} \quad (2)$$

где i – присвоенные группам узлов порядковые номера, рассматриваемые как целочисленный аргумент;

v_i – скорость изменения ресурсного показателя;

K_i – коэффициент, учитывающий режим работы и условия использования объекта перегрузочной техники и определяемый методом идентификации;

τ_1 – наработка узла;

T_1 – постоянная времени процесса расходования ресурса.

Моделями динамики расходования технического ресурса Соответственно являются выражения:

$$R_1 = K_1[\exp(\frac{\tau_1}{T_1}) - 1]; \quad (3)$$

$$R_2 = K_2 \tau_2; \quad (4)$$

$$R_3 = K_3[1 - \exp(-\frac{\tau_3}{T_3})]. \quad (5)$$

Зная общий технический ресурс узла объекта портовой техники R_{i0}, можно оценить остаточный технический ресурс ΔR_i как

$$\Delta R_i = R_{i0} - R_i. \quad (6)$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Климов Е.Н. Управление техническим состоянием судовой техники. – М: Транспорт, 1985.–199с.
2. Порт в транспортной логистике / Титов А.В., Синельщиков Е.В., Толстых Д.А., Леонтьева Н.А.; под.ред. Степанова А.Л. / СПб.: «Лион», 2008.–228с.

Микони С.В.
Россия, Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения

СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ МНОГОПРИЗНАКОВОГО ОЦЕНИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ПОЛЕЗНОСТИ

Введение

«Каждый кулик своё болото хвалит» – эта пословица вполне применима к приверженцам какого-либо подхода или метода в науке, если они претендуют на его всеобщность. Такое впечатление складывается, когда авторы нестрого ограничивают сферу эффективного применения своего метода, либо необоснованно отвергают другие подходы. Например, трудно принять точку зрения, отдающую предпочтение качественным значениям признака перед его количественными значениями и экспертных оценок над статистическими данными на том основании, что при количественных подходах критерии «сворачиваются в один или несколько числовых обобщенных показателей (индексов) эффективности по некоторой формуле без каких-либо обоснований или объяснений» [1]. По нашему мнению, количественные оценки более информативны, чем качественные, и более точны, чем мнения экспертов. Что касается обобщения показателей, в литературе приводятся обоснования соответствующих формул [2] и рекомендации по их

применению [3]. Применение экспертных оценок неизбежно в отсутствие количественных оценок признаков, но заменять вторые оценки первыми – означает уменьшать информативность показателей, что противоречит постулатам измерения. Что касается такого аргумента, как слабая структурируемость информации, он применим как к качественной, так и к количественной информации, поскольку структурирует информацию человек с присущей ему субъективностью взглядов.

В англоязычных работах в качестве первой ступени поиска наилучшего варианта на конечном множестве альтернатив, как правило, используется доминантный анализ множества альтернатив (dominant analysis), предназначенный для выделения множества Парето. Поскольку теоретически доказано, что наилучший вариант принадлежит множеству Парето, остальные варианты исключаются из рассмотрения. Наилучший вариант среди оставшихся находится путём скаляризации векторных оценок (multiobjective optimization methods). Поиск наилучшего варианта методами многоатрибутной теории полезности (multiattribute utility theory methods) никак не связан с предыдущим подходом. Эта совокупность частных подходов к принятию решений лишена общей парадигмы, а, следовательно, и системности.

Между тем, принятие решений не ограничивается поиском наилучших вариантов. Очень часто приходится искать «узкое звено», как антипод наилучшего варианта, устранение которого позволяет решить проблему. Узким звеном может оказаться отстающий участок в технологической цепочке производства, подразделение, ухудшающее результаты работы всей организации, работник, недобросовестно исполняющий свои обязанности и т.п. В ряде случаев необходимым является выявление средних по свойствам вариантов. Например, в качестве цели может быть выдвинуто нахождение среднего («типичного») подразделения или сотрудника.

Наличие различных задач и многочисленных методов их решения затрудняет пользователю разобраться в том, какой же подход для него наиболее приемлем. Решению этой проблемы должна способствовать систематизация методов многопризнакового оценивания объектов, что и представляет собой цель настоящей работы.

1. Постановка задачи

В основе систематизации любых объектов лежит их сходство, а разновидности порождаются применением частных различий. В качестве задачи, пригодной для применения различных методов многопризнакового оценивания объектов, примем задачу упорядочения (ранжирования) вариантов принятия решения, а в качестве принципа, объединяющего эти методы, примем принцип полезности. Упорядочение объектов применимо к поиску любого объекта – наилучшего, наихудшего, либо среднего. Поскольку все методы выбора основаны на предпочтениях, итогом их применения может являться установление отношения порядка на множестве объектов. Следовательно, решение задачи упорядочения позволяет сопоставить любые методы выбора.

Понятие полезности было введено фон Нейманом и Моргенштерном [2]. В настоящее время в англоязычной литературе не делается различий между функциями полезности и функциями ценности. Действительно, трудно предположить, чтобы понятия ценности и полезности противоречили друг другу. Функции ценности и полезности измеряются в одной шкале [0;1]. Различие в названиях функций было обусловлено исходными позициями предложивших их авторов. Функции ценности строились в предположении неравноценности для ЛПР делений шкалы показателя [4], а для получения функций полезности был предложен метод лотерей (предпочтений, связанных с азартом). Естественно, что ценность делений полученной с помощью лотерей функции также различна.

Понятие полезности распространяется на альтернативу при обобщении функций полезности её показателей (атрибутов). Альтернатива А полезнее альтернативы В, если обобщённая оценка её полезности больше, чем у альтернативы В. Это позволяет упорядочивать альтернативы по величине функции полезности. Правомерна и обратная задача – определения величины полезности альтернатив на основе отношения предпочтения.

Поскольку величина полезности применяется для упорядочения альтернатив в рамках одного метода, для сопоставления методов между собой будем использовать сложность функции полезности. Она зависит как от информативности шкалы, в которой измерена функция, так и вида самой функции. Вид функции тем сложнее, чем разнообразнее предпочтения, которые она отражает.

2. Измерение полезности

Для измерения полезности, как нормированной величины, будем использовать шкалу [–1;+1]. Положительному отрезку шкалы [0;1] сопоставляется мера полезности свойства или самого объекта (до 100% от ожидаемой). Отрицательному отрезку шкалы [–1;0] сопоставляется мера вредности свойства или самого объекта (до 100% от ожидаемой). В экономическом смысле под вредностью понимаются убытки субъекта. В более широком смысле вред – это всё то, что угрожает существованию субъекта. Значению $u_j(x) = 0$ соответствует бесполезность j-го свойства с точки зрения ожидаемой полезности (полезно на 0%).

Положительный и отрицательный отрезки шкалы обладают всеми свойствами абсолютной шкалы. Над измеренными в ней числами допускаются любые арифметические операции. В частных случаях полезность измеряется в менее информативных шкалах. Рассмотрим их на примере положительного отрезка шкалы.

Наиболее примитивной является бинарная шкала $\{0;1\}$. В ней измеряется либо полезность $(u(x)=1)$, либо бесполезность $(u(x)=0)$ объекта x. При переходе от бинарной шкалы к абсолютной игнорируются все промежуточные значения шкалы [0;1]. Иными словами, используются только граничные значения этой шкалы.

Полезность $u(x)$ объекта x, измеренного в порядковой шкале, может быть вычислена через присвоенный ему ранг $\rho(x)$, по следующей формуле:

$$u(x)=(\rho_{\max}-\rho(x))/(\rho_{\max}-1), \quad (1)$$

где $\rho_{\max}$ – максимальный (наихудший) ранг объекта.

При переходе от порядковой шкалы к абсолютной интервалы между соседними промежуточными значениями шкалы [0;1] полагаются одинаковыми и определяются величиной $\rho_{\max}$.

Агрегирование показателей, измеренных в разных шкалах, предваряется их нормализацией относительно границ шкалы. С точки зрения полезности нормализующая функция растущего показателя интерпретируется полезностью $u_{\max}(y_j)$:

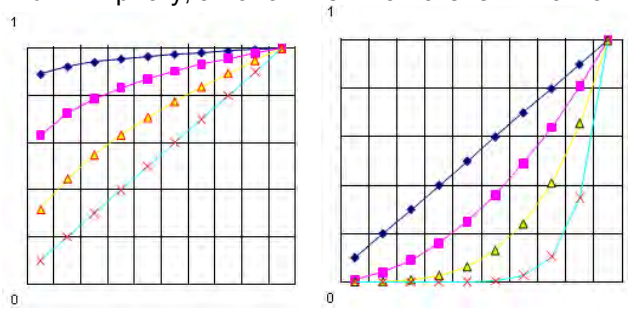
$$u_{\max}(y_j)=\frac{y_j-y_{j,\min}}{y_{j,\max}-y_{j,\min}}, \quad j=\overline{1,n}, \quad (2)$$

а нормализующая функция убывающего показателя интерпретируется полезностью $u_{\min}(y_j)$:

$$u_{\min}(y_j)=\frac{y_{j,\max}-y_j}{y_{j,\max}-y_{j,\min}}, \quad j=\overline{1,n}. \quad (3)$$

Обе функции $u_{\max}(y_j)$ и $u_{\min}(y_{j)}$ непрерывны и линейны.

Наиболее простые функции полезности, отражающие убывание и возрастание предпочтений на шкале показателя, получаются возведением формул (2) и (3) в степень k. Отрицательная степень k характеризует несклонность ЛПР к риску, а положительная степень – склонность к риску.



а б

Рис. 1. Монотонные функции полезности с несклонностью и склонностью к риску

В зависимости от величины k несклонность к риску описывается семейством кривых, выпуклых вверх (рисунок 1а), а склонность к риску – семейством кривых, выпуклых вниз (рисунок 1б).

Более сложные функции полезности совмещают склонность к риску на начальном отрезке шкалы показателя и несклонность к риску после определённого порога c_j (рисунок 2).

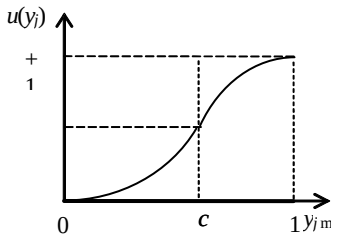


Рис. 2. Вариант совмещения несклонности и склонности к риску

3. Оценка полезности альтернатив различными методами принятия решений

В теории принятия решений сформировались следующие группы методов многопризнакового оценивания:

- Оптимизационные методы:
- векторная оптимизация (доминантный анализ);
- скалярная оптимизация (скаляризация векторных оценок);
- оптимизация по отклонениям от цели.
- Оптимизация по функциям полезности показателей.
- Вербальный анализ решений.
- Отбор и классификация.
- Вычисление приоритетов на основе матриц парных сравнений.

Наиболее простую оценку полезности даёт отбор допустимых или недоминируемых альтернатив. Альтернативы, вошедшие в допустимое множество или множество Парето, можно трактовать как полезные, а не вошедшие в них – как бесполезные. Здесь промежуточная мера полезности между нулём и единицей отсутствует.

Методы отбора с позиции полезности относятся к жёстким методам выбора. Между тем, в [5] были сформулированы условия, при которых многокритериальная функция полезности объекта-кандидата на отсеивание может оказаться предпочтительнее соответствующих функций сопоставляемых с ним объектов. То же относится и к недоминируемым альтернативам. Скалярная оценка некоторых из них может оказаться выше, чем у части альтернатив, вошедших во множество Парето.

Если учитывать все альтернативы Парето-упорядоченного множества, то меру их полезности можно рассчитать по формуле (1), исходя из занимаемого ими уровня в ранжированном графе доминирования. Таким образом, формула (1) представляет линейную дискретную функцию полезности, определённую на уровнях ранжированного графа. По причине рассмотрения всех альтернатив без их отсеивания методы упорядочения, в отличие от методов отбора (селекции), следует отнести к мягким методам выбора. К ним относятся доминантный и вербальный анализ, измеряющие альтернативы в порядковой шкале.

Возможность измерять полезность альтернатив в интервальной шкале предоставляют методы скаляризации векторных оценок альтернатив. Поскольку агрегирование разнородных показателей требует нормализации их значений, используемые для этой цели формулы (2) и (3), преобразуют эти значения из интервальной шкалы в абсолютную шкалу. Это позволяет вычислять полезность показателя в любой точке его шкалы, причём зависимость полезности от значений целевого критерия выражается линейной непрерывной функцией.

В отличие от целевого критерия результатом нормализации ограничительного критерия является кусочно-линейная функция полезности, вычисляемая на отрезках шкалы показателя $[y_{j\min}, c_j)$ и $(c_j, y_{j\max}]$. ЛПР устанавливает характер линейной зависимости на этих участках шкалы и задаёт значение полезности в точке $c_j : u(c_j)$. Таким образом, функция полезности, созданная на основе ограничительного критерия, более информативна, чем созданная на основе целевого критерия. Это относится как к скаляризации абсолютных величин показателей, так и их отклонений от заданной цели $c_j,\ j = \overline{1,n}.$

Принципиальное отличие многоатрибутной оптимизации по функциям полезности показателей от многокритериальной оптимизации заключается в необходимости создания нелинейных функций полезности. При многокритериальной оптимизации линейные функции полезности вычисляются автоматически. Большая сложность нелинейных функций и определяет большую информативность моделей, создаваемых в рамках теории полезности.

В [6] показано, что функция полезности показателя может быть не только создана ЛПР, но и вычислена по функциям принадлежности нечётким классам. Это свойство связывает оптимизацию по функциям полезности показателей с нечёткой классификацией. Разумеется, создание функции полезности на основе функций принадлежности классам более трудоёмкий процесс, чем её создание напрямую. Но при этом решаются сразу 2 задачи: классификации и упорядочения объектов.

Приоритеты объектов, вычисляемые на основе матрицы парных сравнений, нетрудно выразить в терминах полезности путём их нормализации относительно максимального значения:

$$u(x_i) = w_i / w_i.\max.$$

Ценой создания *дискретной* функции полезности, определённой на множестве объектов, является формирование матрицы парных сравнений (МПС) и вычисление на основе её содержимого приоритетов объектов [7].

4. Систематизация методов многопризнакового оценивания по полезности

На основе анализа информации о полезности, выполненного в предыдущем разделе, упорядочим методы многопризнакового оценивания альтернатив. Упорядочение методов в направлении усложнения функций полезности приведено в таблице 1.

Таблица 1

Упорядочение методов по сложности функций полезности

№ п/п	Группа методов	Метод	Функция полезности
1.	отбор	по ограничениям	двоичная
		недоминируемых альтернатив	
2.	упорядочение в порядковой шкале	доминантный анализ	линейная дискретная
		вербальный анализ	
3.	скалярная оптимизация	по целевым критериям	линейная непрерывная
4.	скалярная оптимизация по ограничительным критериям	величин показателей	кусочно-линейная
		отклонений от цели	
5.	оптимизация по функциям полезности	прямое создание ФП	нелинейная дискретная
		по МПС	
		по функциям принадлежности	
		типовые ФП	нелинейная непрерывная

Заключение

Упорядочение методов многопризнакового оценивания альтернатив по сложности функций полезности позволяет оценить свойства этих методов. Чем в большей степени функции показателей отражают реальную полезность их значений, тем более точна оценка альтернатив. При этом следует помнить, что на точность оценок влияют и такие факторы как правильное назначение важности показателей и выбор обобщающих функций. Но это относится к качеству любой экспертизы и является предметом отдельного исследования.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 13-01-00912).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петровский А.Б., Ройзензон Г.В., Балыше А.В., Тихонов И.П., Яковлев Э.Н. Многокритериальный анализ деятельности научных организаций. URL:www.raai.ru, 10.02.2013.
2. Нейман Д., Моргенштерн О. Теория игр и экономическое поведение. – М.: Наука, 1970.
3. Микони С.В. Многокритериальный выбор на конечном множестве альтернатив. / Учебное пособие. // СПб.: Лань, 2009, 272 с.
4. Кини Р.Л., Райфа Х. Принятие решений при многих критериях: предпочтения и замещения. // М.: Радио и связь, 1981. 559 С.
5. Микони С.В. Мягкая условная оптимизация на дискретном множестве объектов // Вестник Томского гос. университета, 2011, №3, с.39–44.
6. Микони С.В., Гарина М.И. Условие одинакового упорядочения объектов по функциям полезности и принадлежности // Труды Конгресса IS&IT'11, Дивноморское, 3–10.09. 2011, // М: Физматлит, 2011, Том 1, с.33–37.
7. Микони С.В. Построение функций полезности на основе матриц парных сравнений // Сборник научных трудов международной научной конференции ISDMCI'2012, // Херсон: ХНТУ, 2012. С 278–282.

Ныркова А.А., Ныркова А.П.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Одной из важнейших проблем современного речного флота является обеспечение безопасности судоходства как при смешанном река–море плавании, так и по внутренним водным путям Российской Федерации (ВВП). Необходимость постоянного повышения уровня безопасности и эффективности использования внутренних водных путей РФ требует постоянного развития и внедрения современных технических средств и систем на всех этапах данного производственного процесса, начиная от тех, кто занимается обслуживанием внутренних водных путей до систем отраслевого мониторинга.

В первую очередь к таким системам следует отнести: навигационные спутниковые системы, их дифференциальные подсистемы, «Автоматизированные идентификационные системы (АИС)» и электронные навигационные карты. Развитие внутреннего водного транспорта является одним из приоритетов транспортной политики правительства. Одним из ключевых элементов этого развития является внедрение современных систем связи и спутниковой навигации.

Иерархическая структура информационных сетей связи для обеспечения морского и речного транспортных процессов, в том числе и автоматизированных, в настоящее время имеет вид, представленный на рисунке 1. [1]. На первом уровне находится Глобальная морская система связи

при бедствии и для обеспечения безопасности мореплавания (ГМССБ была введена в строй в феврале 1999 года). Второй уровень – континентальные и межконтинентальные сети, используемые для функционирования системы ГМССБ (например, Коспас-Сарсат, Инмарсат). На третьем уровне располагаются системы управления речным флотом на ВВП. Эти системы являются общегосударственными и предназначены для речных судов и судов класса река-море. Региональные системы, которые представляют собой подсистемы государственных систем, находятся на четвертом уровне. На пятом уровне располагаются локальные системы, предназначенные для использования на крупных транспортно-промышленных узлах с интенсивными переходами река-море и развивающиеся автономно. Такие системы применяются для бассейнов Невы и Ладожского озера, Лондона, Роттердама и др.

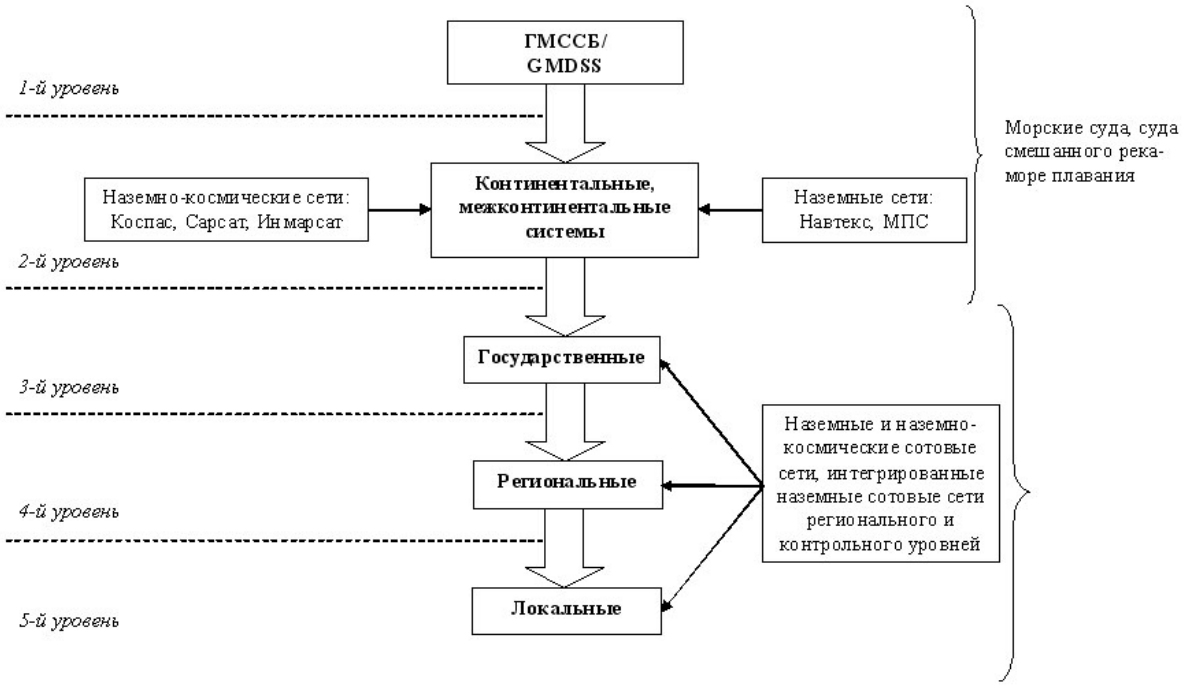


Рис. 1. Иерархическая структура информационных сетей связи

В настоящее время для внутреннего водного транспорта стоит задача связать структурные элементы транспортного процесса единой архитектурой, обеспечивающей определенную совместимость и эффективное взаимодействие. Наиболее перспективным и конструктивным для решения этой задачи является сочетание триадно-иерархической инфокоммуникационной технологии мониторинга и управления, получившей название «Корпоративные речные информационные системы (КРИС)» – «Речные информационные службы (РИС)» – «Автоматизированные системы управления движением судов (АСУ ДС)» со спутниковыми радионавигационными системами второго поколения ГЛОНАСС/GPS и их дифференциальными дополнениями. Структурным ядром РИС являются «Автоматизированные системы управления движением судов» (АСУ ДС), которые имеют в своем составе различные современные информационные системы телекоммуникаций и мониторинга: системы УКВ-радиосвязи, транкинговой и сотовой радиосвязи, системы видеонаблюдения и радиолокационного контроля, автоматизированные идентификационные системы, информационно-диспетчерские службы, в ряде случаев речные региональные спасательно-координационные центры и др. При этом вся структура речной АСУ ДС, как правило, погружена в радионавигационное поле ГЛОНАСС/GPS и его подсистемы высокочастотных дифференциальных радионавигационных поправок ДГЛОНАСС/DGPS.

Навигационный радиосигнал высокой точности (широкополосный) предназначен для санкционированных потребителей (в основном министерства обороны) и защищен от несанкционированного использования. Навигационный радиосигнал стандартной точности (узкополосный) является открытым и предназначен для всех пользователей.

Основой метода навигации с дифференциальными дополнениями является относительное постоянство большей части погрешностей спутниковых радионавигационных систем (СРНС) во времени и пространстве, влияющих на точность определения координат. Использование дифференциального режима предполагает существование по крайней мере двух приемоиндикаторов, один из них используется потребителем, второй расположен на контрольно-корректирующей станции (ККС). Координаты станции определяются заранее с геодезической точностью в принятых системах координат. Разности между измеренными приемоиндикатором ККС

значениями псевдодальностей и псевдоскоростей и их рассчитанными значениями передаются в виде дифференциальных поправок. Для этих целей используются радиолинии. Значения диффпоправок применяются в аппаратуре пользователя для уточнения измеренных псевдодальностей и псевдоскоростей, что позволяет повысить точность определения координат [2].

В основе широкозональных дифференциальных подсистем СРНС лежит сеть широкозональных контрольных станций. Из данных, которые они формируют, вырабатываются общие поправки и сигналы целостности, передаются на геостанционарные космические аппараты, откуда затем транслируются пользователям. Для навигационного обеспечения отдельных районов используются региональные дифференциальные подсистемы. Функционируют они обычно в радиусе от 200 до 2000 км. Могут состоять из одной или нескольких ККС, оборудованных передатчиками для трансляции дифференциальных поправок и сигналов целостности. В прибрежных районах, где существует необходимость обеспечения высокоточным навигационным сигналом, обычно размещают станции локальных дифференциальных подсистем (ЛДПС). На практике отдельные ЛДПС часто соединяют в единую систему для создания сплошного радионавигационного поля дифференциальной поправки.

К настоящему времени на основе ЛДПС в рамках Федеральной целевой программы «ГЛОНАСС» в интересах Росморречфлота разработана и активно реализуется концепция построения дифференциальных подсистем Глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) на Единой глубоководной системе Европейской части Российской Федерации. В их составе обычно присутствует одна ККС с аппаратурой управления, контроля и средствами передачи данных. Максимальная дальность их действия составляет около 500 км, но реальная геометрия зон покрытия зависит от различных факторов. Особенности функционирования указанных подсистем требуют перекрытия рабочих зон отдельных станций, и, следовательно, применения схемы избыточной установки. Это является важным элементом резервирования для сохранения единого поля, на случай выхода из строя одной из станций. В рамках НИР по заказу РосМорРечФлота специалистами кафедр КОИБ и ТССиС проводились исследования в зоне ответственности Невско-Ладожского района водных путей и судоходства, на Волге, на Дону. В результате для создания сплошного информационного поля, например на Неве, было предложено вместо четырех ККС, установить еще две ККС. Эти дополнительные ККС позволят использовать АИС, как полноценную подсистему контроля движения судов в системе АСУ ДС и дадут возможность более раннего ее обнаружения судоводителями, а также избежать «потери» судна-цели.

«Потери» судов или их неверная идентификация могут привести к серьезным последствиям, вплоть до столкновений судов. Пример таких ситуаций приведен на рисунке 2. На первом кадре судно (цель 102) заканчивает прохождение Ивановских порогов. На кадрах два и три виден процесс «потери» цели, а уже на кадре четыре цель обнаружена вновь, но автоматика идентифицирует ее как новую под номером 106. На рисунке 3 представлена ситуация, когда два судна идут на сближение. На кадрах один, два обе цели видны отчетливо, а уже на кадре три произошла «потеря» целей и автоматика произвела попытку присвоения идентификационных номеров целей ближайшим достаточно крупным объектам. Из кадра четыре следует, что суда продолжили движение в обратном направлении.

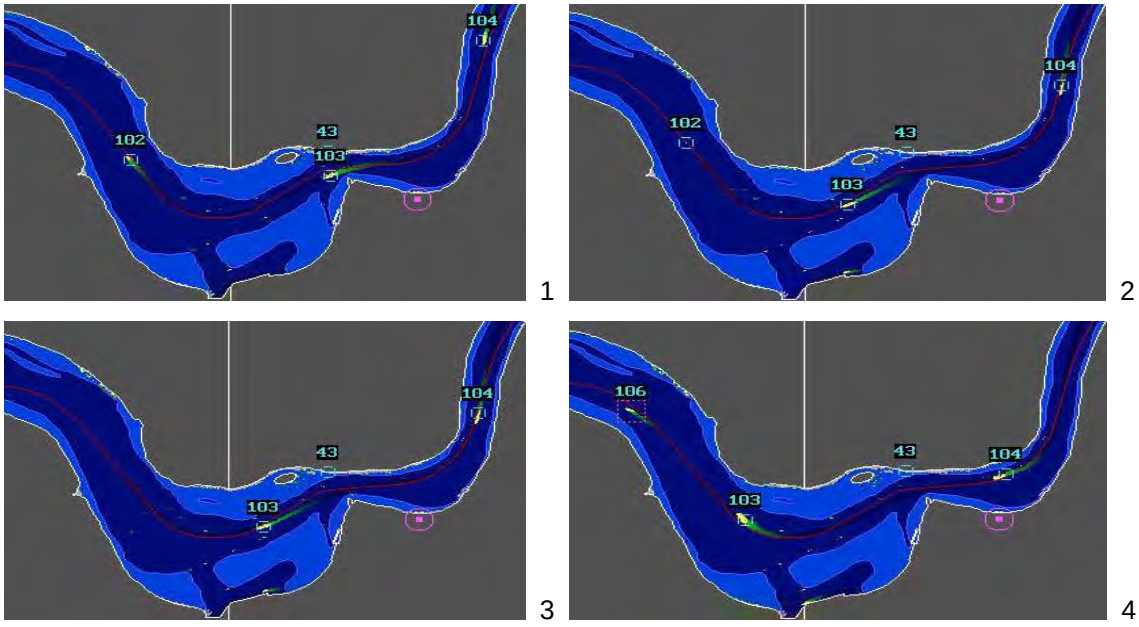


Рис. 2. «Потеря» и обнаружение судна при мониторинге БРЛС «Отрадное»

Специфика работы РЛС требует повышенной внимательности от пользователя. Это вызвано такими проблемами как «потеря» объекта, как показано на рисунках 2 и 3, засветка одной цели другой с последующими ошибками при идентификации и рядом других проблем.

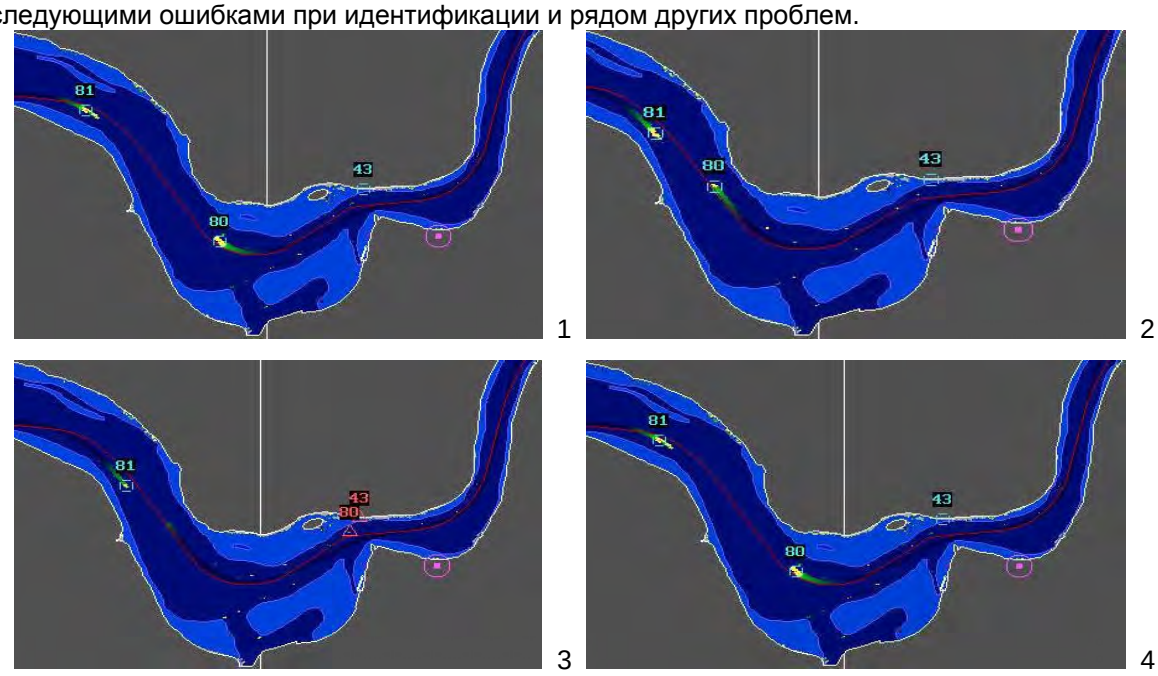


Рис. 3. Ошибка идентификации двух судов (цели 81 и 80) при прохождении Ивановских порогов

Вышеуказанные «болезни» несвойственны для АИС и при решении технических вопросов для совмещения двух систем, смогут дополнять друг друга, давая более полную картину движения судов по ВВП.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чистяков Г.Б. Математическое и алгоритмическое обеспечение автоматизированного управления процессом высокоточной постановки средств навигационного ограждения на внутренних водных путях : дисс. канд. техн. наук : 05.13.06. – СПб., 2010. – 164 с.
2. Ныркov А.П., Чистяков Г.Б. Программно–аппаратные средства дифференциальных навигационных систем для расстановки знаков навигационного ограждения в ГБУ «Волго–Балт» // «Морская радиоэлектроника», 2009. – №2(28). – с. 34 – 36.

Пастущак Т.Н., Соколов С.С.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОГО БИБЛИОТЕЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ОТРАСЛЕВОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА

В настоящее время на федеральном уровне активно идет реформирование системы профессионального образования, в том числе и образовательных учреждений транспортного комплекса.

В Федеральном агентстве морского и речного транспорта (далее – ФАМРТ) одним из этапов этой деятельности в 2012 году стала реорганизация двух отраслевых вузов: ФБОУ ВПО «Государственная морская академия имени адмирала С.О. Макарова» и ФБОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций» в форме присоединения Академии к Университету и регистрация нового наименования – ФГБОУ ВПО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова» (далее – ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова).

В каждом из объединенных вузов проводилась планомерная политика в области информатизации образовательной деятельности. В рамках данной публикации приведен опыт Санкт-Петербургского университета водных коммуникаций (далее – СПГУВК) в формировании единого библиотечно-информационного пространства вуза и планы деятельности ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова в этом направлении.

Государственной программой Российской Федерации «Информационное общество (2011–2020 годы)» было определено, что повышение качества подготовки специалистов является необходимым условием перехода страны на инновационный путь развития и создания информационного общества.

В формировании информационного общества значительную роль играют библиотеки. Помимо хранения (накопления) информации, основу деятельности библиотек составляют структурирование и систематизация документов, каталогизация, формирование баз данных и каталогов, обучение пользователей приемам эффективного поиска информации. В тоже время технологическую основу

информационного общества составляют информационно-коммуникационные технологии, поэтому сейчас библиотеки ориентированы не только на читателя, обратившегося на абонемент библиотеки, но и на удаленного пользователя.

Информатизация библиотек, увеличение скорости доступа вузов к Интернет, обучение преподавательского состава использованию информационно-коммуникационных технологий, позволяют обеспечить эффективное использование студентами и преподавателями электронных образовательных ресурсов не только России, но и мирового сообщества. На решение этой задачи также направлено требование Министерства образования и науки об обязательности обеспечения студентов доступом к электронным библиотечно-информационным ресурсам.

В рамках реализации этих требований в СПГУВК начал реализовываться проект «Электронная библиотека». В 2011 году была проведена модернизация библиотеки, открыт электронный читальный зал библиотеки и установлена новая версия электронного каталога «ИРБИС-64».

В электронном каталоге можно найти информацию о количестве экземпляров книг, месте их хранения, версии издания и другую информацию. Внедрение информационных технологий в деятельность библиотеки позволяет сделать более прозрачным учет литературы, отслеживать движения книг и оперативно получать информацию о любых изданиях или читателях. «ИРБИС-64» позволяет «прикреплять» электронные версии изданий к каталогу [4]. В издательско-полиграфическом центре университета на протяжении последних лет создавалась база электронных версий учебников, учебных пособий и учебно-методической литературы, изданной в университете. Данная база положена в основу электронной библиотеки университета. В настоящее время студенты могут осуществлять поиск необходимой литературы в электронном каталоге библиотеки университета и при наличии электронной версии получить доступ к просмотру [1].

Электронный читальный зал библиотеки является зоной свободного доступа, где обучающиеся могут работать в любое удобное для них время. Электронный читальный зал библиотеки обеспечивает доступ не только к электронному каталогу, электронной библиотеке учебно-методических изданий университета, а также к справочно-поисковой системе правовой информации «КонсультантПлюс», а также к электронно-библиотечной системе (ЭБС) «КнигаФонд», электронным библиотекам издательства «Эльзевир» и издательского дома «Лань». На основании заключенных договоров, обучающиеся обеспечены доступом к электронно-библиотечным системам, содержащим издания по основным изучаемым дисциплинам и сформированным по согласованию с правообладателями учебной и учебно-методической литературы. Во время работы в электронном читальном зале пользователи могут получить дополнительные консультации у сотрудников библиотеки по вопросам поиска информации необходимой для самостоятельной работы над выполнением проектов и исследовательских работ, подготовки рефератов, докладов, подготовки к лабораторным работам и т.п. [2].

С постепенным увеличением электронного каталога для библиотечной системы был выделен новый физический сервер. После переноса системы «ИРБИС-64» на новый сервер на нем был настроен WEB-сервер и запущена система «WEB-ИРБИС», обеспечивающая доступ к электронному каталогу библиотеки университета с любого компьютера в сети Интернет (рисунок 1).

Это позволяет с одной стороны расширить возможности обучаемых по доступу к информационным ресурсам, и таким образом увеличить количество пользователей библиотеки, с другой стороны повысить комфортность их работы (в любое время из любой точки местонахождения) и сократить затраты университета на издание и тиражирование литературы.

Следует отметить, что обучающимся университета также предоставлена возможность доступа к ресурсам образовательного портала университета и системы дистанционного обучения на базе СДО «MOODLE», которые содержат электронные версии учебно-методической документации и материалов по учебным дисциплинам основных образовательных программ. В 2012 году создан видеопортал университета. В настоящее время активно формируется его структура, разрабатывается раздел Образовательные видеоресурсы Интернет, который помимо видеоресурсов университета (например, учебных фильмов по ряду дисциплин), будет включать видеоресурсы Интернет (например, видеолекции от НИУ-ВШЭ по экономике, социологии и прочим общественным наукам, образовательное видео в рамках проекта «Лекториум ТВ» и др.).

Дальнейшее развитие проекта «Электронная библиотека» планируется в виде перевода всех фондов библиотеки на систему учета, основанную на технологии штрихового кодирования и внедрении электронного читательского билета (с целью ухода от бумажных формуляров).

Предполагается что реализация проекта имеет следующие этапы:

1. Разработку структуры штрих-кода.
2. Создание электронного читательского билета.
3. Внесение в базу данных системы ИРБИС 64 списков групп студентов, сотрудников и аспирантов университета.
4. Закупку оборудования и проведение работ по штрих-кодированию литературы во всех отделах библиотеки.

5. Закупку, установку, а также настройку оборудования и программного обеспечения для автоматизации процесса книговыдачи.

6. Автоматизацию процесса книговыдачи.

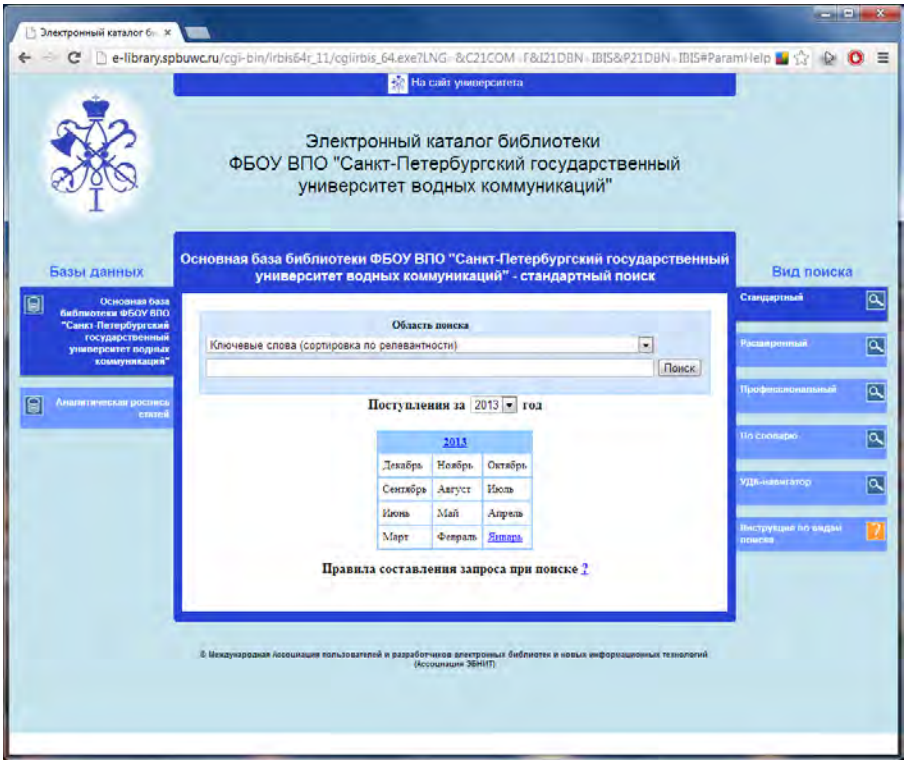


Рис. 4. Главная страница электронного каталога библиотеки

Оптимальная структура штрих-кода будет разработана сотрудниками библиотеки, учитывая все особенности расположения книг в отделах библиотеки. Создание электронного читательского билета будет проводиться на основе бесконтактных карт системы контроля и управления доступом (СКУД).

СКУД была внедрена в университете с целью создания ограниченного доступа в здания университета. Базовым элементом системы является идентификатор – бесконтактная карта с нанесенной на неё информацией о её держателе (рисунок 2.).

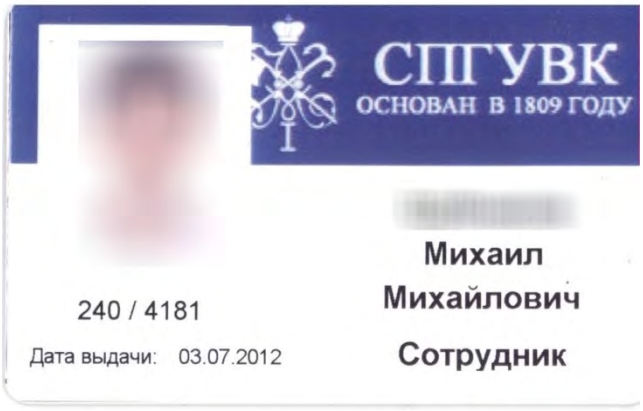


Рис. 2. Идентификатор СКУД

В состав информации размещенной на карте входит: фото, ФИО обучающегося или сотрудника, его статус, дата выдачи и уникальный для каждого человека номер вида XXX/YYYY.

Система контроля и управления доступом решает следующие задачи:

- ограничение доступа на территорию университета;
- идентификация лица, имеющего доступ на территорию университета;
- ведение статистики посещений.

В роли идентификатора читателя в СКУД будет выступать уникальный номер, нанесенный на пропуск ниже фотографии.

Внесение в базу «ИРБИС-64» студентов, аспирантов и сотрудников планируется проводить силами специалистов библиотеки при консультационной поддержке и взаимодействии с сотрудниками Управления информатизации.

Штрих-кодирование всей литературы подразумевает нанесение штрих-кодов на все книги, хранящиеся в библиотеке. Учитывая большой фонд библиотеки, который насчитывает примерно 923 тысячи книг, этот процесс займет довольно большое время и потребует больших человеческих ресурсов. Для реализации поставленных задач необходимо приобрести для библиотеки новое оборудование, а именно принтер штрих-кодов (рисунок 3), самоклеющиеся этикетки, на которые будут нанесены штрих-коды, а так же красящая лента (рибон).

Рис. 3. Принтер штрих-кодов

В условиях долгосрочного хранения книг необходимо использовать принтер с возможностью термотрансферной печати, т.к. именно такой способ гарантирует, что штрих-код будет читаемым даже спустя несколько лет. Принтер должен быть рассчитан на печать до 5000 этикеток в сутки – оптимальное количество в условиях библиотеки.

Для обеспечения книговыдачи рабочие места сотрудников в абонементе должны быть оборудованы новыми персональными компьютерами со сканерами штрих-кодов (рисунок 4.).

Внедрение данной технологии позволит максимально оперативно находить в базе данных «ИРБИС-64» нужные книги по штрих-коду и персональные данные читателя. Кроме того, будет автоматизирован учет выданной литературы, станет возможным оперативно получать информацию о наличии необходимых книг в данный момент в библиотеке, о задолженностях конкретного пользователя библиотеки. Всего, учитывая объемы библиотечного фонда университета, потребуется 15 сканеров: семь сканеров необходимо установить на книговыдачу, чтобы не создавалось больших очередей, и восемь сканеров на другие рабочие места сотрудников библиотеки.

Сканер должен считывать одномерные штрих-коды, быть надежным, ударопрочным и рассчитан на ежедневную непрерывную эксплуатацию.

Рис. 4. Сканер штрих-кодов

Используя программное обеспечение «ИРБИС-64» на АРМ «Читатель», расположенном в электронном читальном зале библиотеки, любой человек в любое время может войти в свой личный кабинет в системе и узнать о выданных ему книгах, о наличии необходимых в библиотеке или произвести заказ книг. В дальнейшем личный кабинет будет доступен из системы «WEB-ИРБИС» и тогда необходимую информацию можно будет получить с любого компьютера, подключенного к сети Интернет.

Для обеспечения автоматизации процесса книговыдачи необходимо приобрести следующее оборудование:

- сканер штрих-кодов – 15 штук (15000 руб.).
- принтер этикеток – 3 штуки (75000 руб.).
- персональные компьютеры – 10 штук (250000 руб.).
- красящая лента (рибон) – 30 штук (15000 руб.).

– самоклеющаяся этикетка – 50 рулонов (10000 руб.).

Таким образом, первоначальные затраты составят порядка 365 тысяч рублей.

Альтернативным к штрих-кодированию этапом развития инфраструктуры библиотеки станет массовое внедрение технологии RFID-меток (Radio Frequency Identification, радиочастотная идентификация). Система радиочастотной идентификации предназначена для автоматизации процесса приема, выдачи, списания, инвентаризации и контроля перемещения единиц хранения фондов библиотеки. Использование данной технологии позволит усилить контроль выноса (вноса) книг из библиотеки.

С помощью RFID-меток можно отследить местоположение книги на полке и наличие ее в библиотеке. Для маркировки книг применяются пассивные (не имеющие собственного источника питания) метки, работающие на частоте 13,56 МГц (высокочастотный стандарт I-Code).

В отличие от штрихкодов, RFID-метки не должны находиться в контакте или в прямой видимости считывающего устройства. Метки могут передавать зашифрованную информацию и защищены от подделок лучше, чем альтернативные источники идентификации. Цена одной такой метки составляет от трех до двенадцати рублей.

С учетом территориальной распределённости фондов библиотечной сети ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова использование таких меток позволит перейти на единый читательский билет с RFID-меткой, по которому обучающиеся и сотрудники смогут брать книги в любом из отделов библиотеки на территории Санкт-Петербурга с регистрацией факта взятия книги в единой базе данных пользователей.

Также планируется введение технологии заказа литературы (особенно это актуально для фондов редкой книги) посредством использования личного кабинета читателя в Интернет-пространстве библиотеки.

Перспективы дальнейшего развития единого библиотечно-информационного пространства отраслевого университетского комплекса ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова мы видим также в реализации следующих проектов:

1. Оцифровка фондов библиотеки (начиная с фондов редкой книги) и организация доступа студентов к электронным версиям книг.
2. Создание виртуальных экскурсий в фонды библиотеки.
3. Создание виртуальных тематических выставок литературы.

Оцифровка фондов библиотеки в свою очередь содержит несколько этапов: оцифровка фонда редкой книги и Оцифровка научно-технической литературы.

Оцифровка учебной и учебно-методической литературы не планируется, так как литература такого рода, издаваемая в университете автоматически попадает в электронную библиотечную систему (ЭБС) университета, а литература других издательств доступна из сторонних ЭБС, с которыми у ВУЗа заключены договора (ЭБС «Книгофонд», ЭБС «Лань»).

Оцифровку фондов библиотеки планируется проводить с использованием специальных книжных сканеров, например сканер Book2net Flash (рисунок 5).

Рис. 5. Книжный сканер Book2net Flash

Книжный сканер Book2net Flash – это новый широкоформатный сканер, который позволяет быстро и эффективно отсканировать оригиналы книг формата. Благодаря высокой

производительности (цикл сканирования составляет всего 3,3 сек), устройство позволяет быстро и эффективно оцифровывать большие объемы документации. Применение 2D-камеры позволяет создавать высококачественные цифровые изображения, которые занимают немного места на жестком диске рабочей станции и могут быть использованы программой оптического распознавания символов (OSR). Светодиодная подсветка обеспечивает ровное свечение, превосходную цветопередачу и не оказывает вредного воздействия на оригинал [3].

Устройство поставляется с удобным программным обеспечением для улучшения качества изображения. Реконфигурируемый интерфейс пользователя может быть изменен под каждого конкретного заказчика. Интегрированное программное обеспечение для улучшения качества изображения содержит множество полезных опций для обработки изображений в пакетном режиме, что позволяет оптимизировать рабочий процесс.

К основным характеристикам сканера Book2net Flash относят:

- цикл сканирования 3,3 сек;
- глубина фокуса 12,5 см;
- книжная колыбель 611 x 916,4 мм (>A1);
- низкий уровень шума;
- возможность использования OCR;
- интуитивный пользовательский интерфейс.

Создание виртуальных экскурсий по отделам библиотеки преследует в качестве основной следующую цель: повышение в студенческой среде интереса к посещению библиотеки. Также это позволит повысить презентабельность библиотеки, разнообразит процесс поиска литературы.

Виртуальные выставки будут представлять собой электронные варианты фактически проводимых в библиотеке выставок, которые знакомят посетителей с литературой, относящейся к определенным тематическим разделам.

ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова стал крупнейшим отраслевым высшим учебным заведением в Северо-Западном регионе, осуществляющим подготовку специалистов всех уровней профессионального образования для водного транспорта. Реализация приведенных в статье основных направлений формирования единого библиотечно-информационного пространства отраслевого университетского комплекса, объединившего в себе кадровые, материальные, научные, интеллектуальные и другие ресурсы двух старейших транспортных вузов, несомненно, позволит повысить качество подготовки специалистов для отрасли.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышников С.О., Пастущак Т.Н. Инновационные технологии в профессиональном образовании. Федеральная газета водного транспорта «Морские вести России», №17, 2010 (С. 335).
2. Пастущак Т.Н. От печатных изданий к цифровым носителям. / Отраслевая газета «Водный транспорт», №3 (12912) 15.03.2012.
3. URL:http://book2net.net – официальный сайт компании book2net.
4. URL:http://www.elnit.org – официальный сайт ассоциации «ЭБНИТ».

Соколов С.С.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

О СОЗДАНИИ ЕДИНОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ

Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года предусматривает инновационный сценарий повышения конкурентоспособности транспортной системы за счет реализации транзитного потенциала страны. В соответствие с Рамочными стандартами безопасности и облегчения мировой торговли (ВТамО, 2005) требования по обеспечению безопасности теперь должны выполняться через безбумажный документооборот и предварительное информирование о перемещении товаров. Такой подход зафиксирован в Таможенном кодексе РФ и в «Концепции развития российской таможенной службы на период до 2020 года». Он распространяется на систему управления рисками, практику внедрения современных информационных технологий, предварительного информирования таможенных органов о перемещенных товарах и т.п. [1]

Информатизация транспортной отрасли в виду технического и технологического разнообразия имеет отличительной особенностью многообразие каналов передачи данных, прикладных программных решений и аппаратного обеспечения.

В связи с повышенным вниманием Правительства и Президента Российской Федерации к развитию транспорта, необходимости качественной интеграции в международное транспортное пространство в рамках вступления России во Всемирную транспортную организацию, на первый план выходит решение вопросов, связанных со стандартизацией типовых операций, унификацией инструментария деятельности и оптимизацией ресурсов. Эти вопросы призваны решить продукты автоматизации основных видов деятельности, которые должны функционировать единым

концептуальным информационным целым, образуя собой интегрированное информационно-коммуникационное пространство транспортной отрасли (ИИКП ТО).

Основной целью создания ИИКП ТО является эффективный синтез имеющегося программно-аппаратного обеспечения процессов транспортной отрасли (ТО).

Основные задачи создания ИИКП ТО:

1. Создание и поддержание бесперебойно функционирующих зарегистрированных и сопровождаемых информационных ресурсов, лицензионного программного обеспечения, а также территориально распределенной развитой вычислительной и коммуникационной инфраструктуры ТО.
2. Создание и внедрение новых форм и методов в управлении ТО в формате электронных регламентов (сервисов) на основе современных информационно-коммуникационных технологий.
3. Обеспечение функционирования ИИКП ТО на основе российских и международных стандартов менеджмента качества (ISO 9001, ISO 20000, ISO/IEC 38500 и другие).
4. Стандартизация и минимизация однотипных рутинных операций и повышение эффективности работы сотрудников ТО путем внедрения и интеграции специализированных приложений и средств коллективной деятельности.
5. Создание качественной инфраструктуры управления отраслевыми знаниями и иными нематериальными активами ТО.
6. Создания оптимальной транспортной среды маршрутизации потоков данных в рамках мультисервисной сети ИИКП ТО.
7. Формирование системы сервисов, поддерживаемых необходимой и достаточной вычислительно-коммуникационной инфраструктурой, для пользователей ИИКП ТО в соответствии с правами установленными в матрицах доступа соответствующих информационных ресурсах.
8. Соблюдение требований по бесперебойности функционирования ИИКП ТО.
9. Снижение уровня потерь, связанных с принятием неэффективных управленческих решений, вызванных неточностями в служебной информации, несвоевременностью предоставления данных, нарушениями в регламентах использования информации и т.д.
10. Снижение уровня издержек на реализацию стандартных, рутинных, относительно редко изменяющихся служебных процедур и регламентов.
11. Создание системы контроля качества информационных продуктов, создаваемых в рамках работы пользователей и систем в ИИКП ТО.
12. Внедрение программно-целевого подхода при планировании, организации и аудите результатов мероприятий и программ в рамках функционирования ИИКП ТО.
13. Внедрение сервисов ИИКП ТО в рамках развития всех основных процессов, обеспечивающих стабильную работу ТО.

Рассмотрим методологию достижения поставленной цели и выполнения поставленных задач создания ИИКП ТО.

Достижение поставленной цели возможно при гармоничном, синхронном, четко скоординированном во времени создании следующих компонент:

- информационно-технологическая компонент;
- нормативно-правовая компонент;
- организационно-административная компонент.

Информационно-технологический компонент обеспечения цели информатизации основывается на проектировании, создании, вводе в тестовую, опытную и промышленную эксплуатацию, поддержание постоянного стабильного функционирования ИИКП ТО.

В силу большого количества проблем и сложившихся подходов к построению информационных систем, восприятию пользователями информационных технологий (в виду их бурного развития лишь в последние десятилетия на фоне экономической и др. видов стагнаций процессов России), а именно: неопределенность задач, разобщенность, несовместимость платформ, техническое несовершенство и недокументированность решений и т.п. – сложилась ситуация, при которой отраслевые предприятия должны нести дополнительные расходы на перестроение имеющихся информационных систем по требованиям времени, а порой и построение новых систем своими силами, не имея на то должного опыта и при жестко лимитированном недостаточном финансировании. Также стоит отметить большое различие в финансировании создания отраслевых информационных систем для различных видов транспорта.

Учитывая вышесказанное, создание ИИКП ТО, строящейся на единых принципах и общепринятых стандартах, призвано решить проблему разобщенности ресурсов и произвести централизацию информационных активов.

ИИКП ТО (IIK ТО) по своему уровню в классификации информационных систем архитектурно должно являться синтезом систем корпоративного типа (1).

$$IIKP\,TO = \bigcup_{i,k} S_{ik}, \quad (1)$$

где i – вид транспорта (водный, автомобильный, железнодорожный, воздушный),

k – информационная система данного вида транспорта. Так как каждая из систем S_{ik} является системой корпоративного типа, то она содержит две относительно независящие составляющие: компьютерную инфраструктуру (KI_{ik}) и функциональные подсистемы (FP_{ik}) (2).

$$S_{ik} = KI_{ik} \bigcup FP_{ik}, \quad (2)$$

Следовательно ИИКПО ТО будет содержать две интегрированные подсистемы, образованные синтезом подсистем систем, входящих в нее (3).

$$IIKP\,TO = \left(\bigcup_{i,k} KI_{ik} \right) \bigcup \left(\bigcup_{i,k} FP_{ik} \right), \quad (3)$$

Информационно-технологическая компонента включает в себя две составляющие: компьютерную и функциональную.

Компьютерная составляющая представляет собой объединение инфраструктуры средств вычислительной техники, сетевого программного обеспечения, организационного обеспечения информационного взаимодействия, объектов информационного обмена, центры высокопроизводительных вычислений, узловые сегменты ИИКП ТО.

Функциональная составляющая представляет собой функциональные подсистемы ИИКП ТО, создаваемые в рамках интегративных процессов при создании и жизни ИИКП ТО.

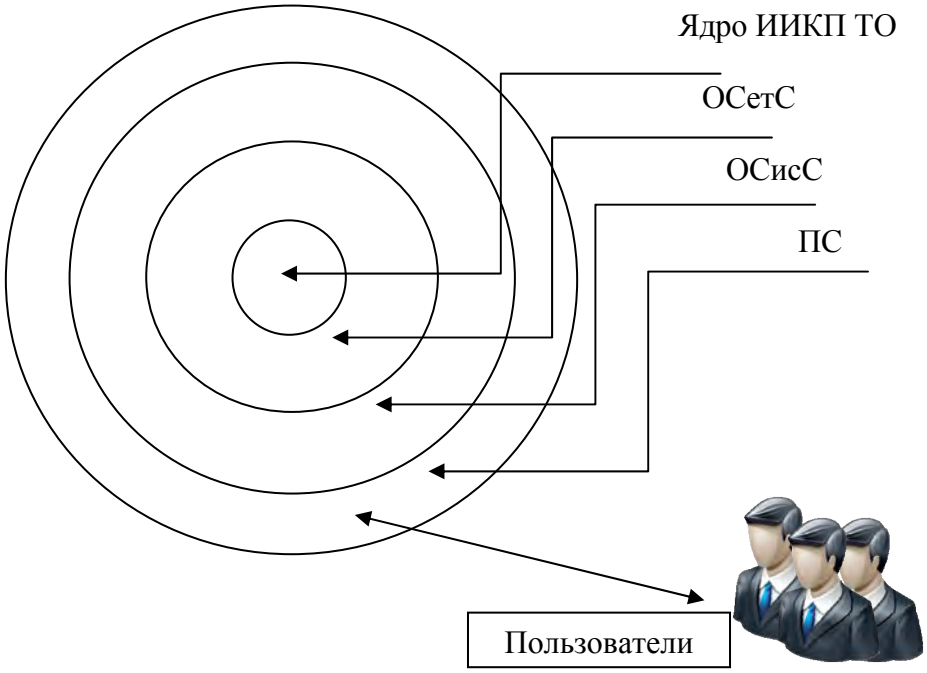


Рис. 1. Функциональная составляющая ИИКП ТО

Конструктивно функциональная составляющая представляет собой множество объектов (рисунок 1): ядро ИИКП ТО, общесетевые сервисы (ОСетС), общесистемные сервисы (ОСисС), прикладные сервисы (ПС) (которые в свою очередь могу делиться на различные уровни, согласно степени практического взаимодействия с ними пользователей).

Взаимная увязка всех подсистем ИИКП ТО и их органическое объединение в рамках пространства должно достигаться на основе организационной, функциональной, технической, программной и информационно-лингвистической совместимости.

Построение ИИКП ТО на всех уровнях должно выполняться с учетом российских и международных стандартов менеджмента качества (ISO 9001, ISO 20000, ISO/IEC 38500 и другие) и требований ГОСТ.

В ходе подготовки проекта создания ИИКП ТО на предпроектной стадии должны быть решены следующие вопросы:

1. Создание и функционирование распределенной службы технической поддержки. Она должна иметь вертикально и горизонтальную интегрированную архитектуру с центральным органом управления.

2. Разработка едины отраслевых стандартов построения пространства с перспективой дальнейшего развития. Стандарты должны учитывать требования к безопасности работы без ущерба удобству и качеству.

3. Построение инфологических моделей функционирования всех типов предприятий на транспорте.

4. Разработка средств анализа и принятия решений во всех сферах деятельности информационного пространства.

Нормативно-правовой компонент необходим для достижения цели по формированию единого информационного пространства нормативного обеспечения информатизации, которое должно состоять из следующих разделов:

1. Единое информационное пространство взаимосогласованных норм регулирования процессов проектирования, создания отдельных подсистем и сервисов, программных комплексов, входящих в ИИКП ТО, а также процессов контроля качества созданных подсистем и сервисов и аудита их эффективности.

2. Единое информационное пространство взаимосогласованных норм регулирования процессов обращения и использования объектов интеллектуальной собственности, права на которые принадлежат предприятиям, чьи информационные ресурсы входят в пространство, а также процессов капитализации этих нематериальных активов.

3. Единое информационное пространство взаимосогласованных норм регулирования процессов транспортной отрасли, исполняемых с использованием инфокоммуникационных технологий, а также процедур создания систем сбалансированных показателей оценки качества созданных сервисов ИИКП ТО и мониторинга эффективности использования этих сервисов.

Организационно-административный компонент призван обеспечить достижение целей совершенствования уровня управления на объектах транспортной отрасли путем реализации сложных саморазвивающихся систем, а именно – внедрение сервисно-целевого подхода при планирвоании, организации и аудите результатов мероприятий и программ в рамках достижения поставленных целей информатизации.

По результатам создания организационно-целевого компонента должны быть реализованы следующие составляющие:

1. Внедрение во все стадии управленческих мероприятий в сфере информатизации стандартных процедур (административных регламентов и/или сервисов пространства), сформированных в соответствии со стандартными лучшей практики управления.

2. Внедрение на всех уровнях управления единых стандартов и методик оценки качества и оценки повышения эффективности использования сервисов.

3. Внедрение во все стадии управленческих мероприятий единых стандартов документирования и отчетности в отношении процессов проектирования, создания и оценки качества создаваемых подсистем, сервисов и информационных ресурсов ИИКП ТО.

В качестве итога можно отметим: единственный путь эффективной организации ИИКП ТО связан с использованием методики поэтапного перевода системы информатизации предприятий отрасли на современную архитектуру с единым пространством информационного обмена и единой моделью данных, а также поэтапным предоставлением всех современных услуг и возможностей пользователям системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зиньковская З.А. «E-FREIGHT» для морской отрасли в РФ: вызовы и решения / Материалы Круглого стола «Развитие судоходства по внутренним водным путям России» Третьей международной конференции по развитию портов и судоходства 3 октября 2012 г. // СПб.: ФБОУ ВПО «СПГУВК», 2012.
2. Концепция интеграции централизованных информационных систем СПбГУ.
3. Ныркова А.П. , Соколов С.С. , Башмаков А.В. Методика проектирования безопасных информационных систем на транспорте. / Журнал «Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы», 2010.

Соляков О.В.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ МАРШРУТОВ ПЛАВАНИЯ НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ

В настоящей работе предложен метод обработки и корректуры наборов путевых точек для маршрутов плавания на внутренних водных путях (ВВП), который обеспечивает высокую экономическую эффективность создания библиотек маршрутов и позволяет использовать навигационную аппаратуру пользователей (НАП) Д(ГНСС) ГЛОНАСС и ГЛОНАСС/GPS без обязательного наличия электронных навигационных карт в административных границах администрации речных бассейнов (АРБ).

Важным результатом местоопределния судна на внутренних водных путях (ВВП) служит точность позиционирования по маршрутам плавания.

Для обеспечения точного местоопределения в автоматизированных системах управления движения судов (АСУДС) на ВВП Минтранс РФ Приказом №280 от 16.12.2010 года «О реализации постановления Правительства Российской Федерации от 12 августа 2010 года №623 «Об утверждении технического регламента о безопасности объектов внутреннего водного транспорта»» определил, что в состав средств навигационного оборудования судов внутреннего водного транспорта: пассажирских, перевозящих опасные грузы, независимо от вместимости, самоходных транспортных судов классов «М» и «О» валовой вместимостью 300 и более должна быть включена следующая аппаратура:

- приемоиндикаторы глобальной навигационной спутниковой системы (ГНСС) ГЛОНАСС или / ГЛОНАСС GPS с возможностью приёма дифференциальных поправок;
- судовой транспондер автоматической информационной системы (АИС), до даты первого классификационного освидетельствования органом классификации после 1 июля 2012 года, но не позднее 31 декабря 2013 года.

Учитывая сложности судовождения на ВВП, а именно прохождение затруднительных (стесненных) участков водных путей, таких как, прохождение устоев мостов, перекатов, узких по ширине судового хода участков и подходы к шлюзам служит необходимым получения высоких точностных характеристик позиционирования навигационного объекта на маршруте перехода. Известно, что точностные характеристики позиционирования на маршрутах перехода достигаются путем совершенствования системы позиционирования НАП, которая зависит от:

- надежности работы ГНСС ГЛОНАСС/GPS и их функциональных дополнений;
- условий приема спутниковых сигналов и средневолновых сигналов контрольно – корректирующих станций;
- методик обработки полученных сигналов НАП;
- методов создания маршрутов плавания судна.

Для создания маршрутов плавания обычно используются следующие методы ввода путевых точек (ПТ):

1. Создание ПТ по координатным точкам (широта φ и долгота λ) снятым с карты.

В этом случае, погрешность ПТ определяется точностью и масштабом навигационной карты, которые должны иметь координатную сетку.

2. Создание ПТ в системах отображения электронных навигационных карт и информации (СОИНКИ), с помощью электронной карты.

Для этого метода также существуют ограничения, связанные с точностью и масштабом электронной карты и наличием СОЭНКИ, которые устанавливаются на крупнотоннажных речных судах.

3. Создание ПТ в приемнике ГНСС, с сохранением их текущих координат непосредственно в памяти приемника.

Ввод текущих путевых точек для создания маршрута плавания непосредственно с использованием НАП (режим MARK или WP), в отличие от морских условий, нельзя рекомендовать для ВВП в силу целого ряда причин, основные из которых дополнительные погрешности управления судном и большое количество путевых точек на маршруте.

Учитывая существующее состоянии картографического обеспечения ВВП, использование навигационной аппаратуры потребителя (НАП) ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS представляется возможным только в комплексе с установкой СОЭНКИ.

Следует отметить, что разработка и корректура ЭНК представляется значительно более сложной и менее оперативной процедурой в отличие от создания маршрутов плавания для ВВП. Возможности широкого автономного внедрения НАП и систем управления траекторией на судах, сможет обеспечить использование набора путевых точек, как самостоятельного продукта картографического обеспечения ВВП [1].

Для обработки и корректуры набора путевых точек маршрута плавания на ВВП, предложенным методом необходимо сначала оценить точность координатных точек (КТ) в объявленной рабочей зоне и реальной дальности действия, которые зависят от большого числа факторов. В первую очередь от работы и состояния космических аппаратов (КА) ГНСС, качества передачи корректирующей информации ККС и судовой НАП.

Точность определения координат в судовождении принято оценивать удвоенным значением среднеквадратической погрешностью (2СКП). Это соответствует тому, что вероятность нахождения точки установки антенны в площади круга с радиусом 2СКП будет равна 0.95.

Принято различать точность определения координат в статическом и в динамическом режимах.

С этой целью следует производить запись с выхода НАП в персональный компьютер первой строки GGA формата NMEA 0183 (в некоторых НАП предусмотрен внутренний режим «статика», например в оборудовании производства КБ НАВИС возможна запись и обработка до 60 000 измерений).

Координаты начальной и конечной путевых точек (ПТ) маршрута рекомендуется определять во время стоянки судна в статическом режиме.

На рисунке 1 (слева) в качестве примера представлены результаты обработки измерений в штатном режиме: средняя широта составила 55°50.79333' при СКП (средней квадратичной погрешности) 1.245 м; средняя долгота – 037° 28.14744' при СКП по долготе 0.749 м; средняя высота + 176.68 м при СКП по высоте 2.09 м. Результаты измерений показали, что 2 СКП на плоскости составили всего 2.906 м. при 3267 определениях. Также видно значительное число выбросов, превышающих 2СКП.

На рисунке 1 (справа) для сравнения представлены результаты обработки измерений в дифференциальном режиме: средняя широта составила 55°50.79150' при СКП 0.579 м по широте; средняя долгота – 037°28.14822' при СКП 0.894 м по долготе; средняя высота + 173.98 м при СКП 1.91 м. по высоте. Видно, что 2 СКП на плоскости составили 2.130 м. при 183 определениях. Также видны только отдельные выбросы, превышающие пределы 2СКП. Как видим, характер распределения погрешностей при дифференциальном режиме значительно отличается от штатного режима. Хотя, чтобы получить близкую для практических целей точность определения координат в статике при работе в штатном режиме НАП ГЛОНАСС/GPS требуется обрабатывать количество определений, превышающее не менее чем в 20 раз количество определений при работе в дифференциальном режиме.

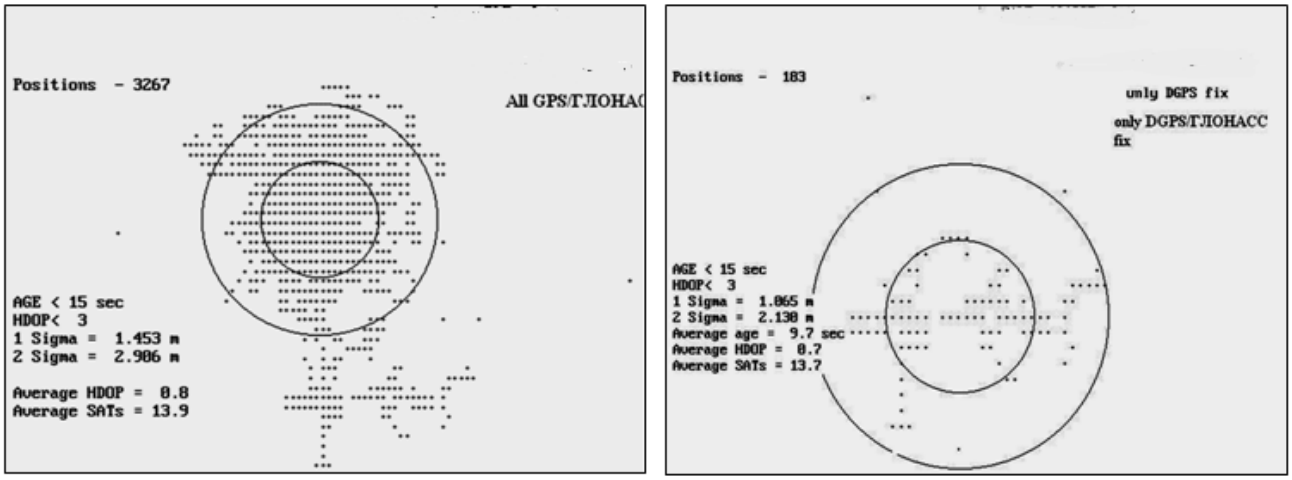


Рис. 1. Результаты обработки измерений в штатном режиме (слева) и в дифференциальном режиме (справа)

Для обработки набора путевых точек маршрута плавания в динамике с требуемой для речных условий точностью предлагается использовать применение случайных процессов для аппроксимации траектории (трека) судна по данным НАП в процессе рейса. С этой целью производится непрерывная (с интервалом 1 с) запись с выхода НАП в персональный компьютер.

Затем, в ходе постпроцессорной обработки координатной информации траектории получают графическое представление ее цифровой формы, т.е. совокупность точек отображающих траекторию судна в прямоугольных координатах в режиме реального времени в соответствующем масштабе.

Далее, траектория движения судна разбивается на прямолинейные и криволинейные участки (вписанные в них дуги окружностей с заданными радиусами закруглений).

Предполагается, что совокупность точек местоположения судна на прямолинейном и криволинейном участках есть непрерывно-равнозначный случайный процесс.

При обработке координатной информации траектории движения, которая аппроксимируется отрезками прямых линий с количеством точек траектории на каждом отрезке более двух, и криволинейные участки ВВП с количеством точек траектории более трех, которые следует аппроксимировать дугами окружностей при обработке траектории. Расчет параметров линейных уравнений первого и второго порядков, можно выполнить, воспользовавшись методом наименьших квадратов.

Обработку отрезков траектории движения судна рекомендуется производить с использованием аналитического метода аппроксимации, например, с использованием любого графоаналитического продукта (MatCad, MapAple и т.д.), которые позволяют упростить процесс обработки координатной информации.

В результате аппроксимации получается аппроксимированное уравнение траектории, из которого определяются начальная и конечная ПТ обработанного участка.

Среднеквадратичная погрешность аппроксимации путевой точки определяется соотношением:

$$\sigma_k = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} \Delta_i^2}{n-1}} \quad (1)$$

где: σ_k – СКП измерения при определении координат маршрутной точки относительно вычисленного постпроцессорной обработкой маршрута;

Δ_i – случайная погрешность измерения координатной точки с учетом погрешности управления судном относительно вычисленного маршрута при постпроцессорной обработке;

n – количество координатных точек на аппроксимированном отрезке траектории, равное отношению длины отрезка траектории к интервалу времени определения координат.

На рисунке 2 представлены среднеквадратичные погрешности аппроксимации (достоверность аппроксимации) при различном количестве точек, взятых с интервалом одна секунда.

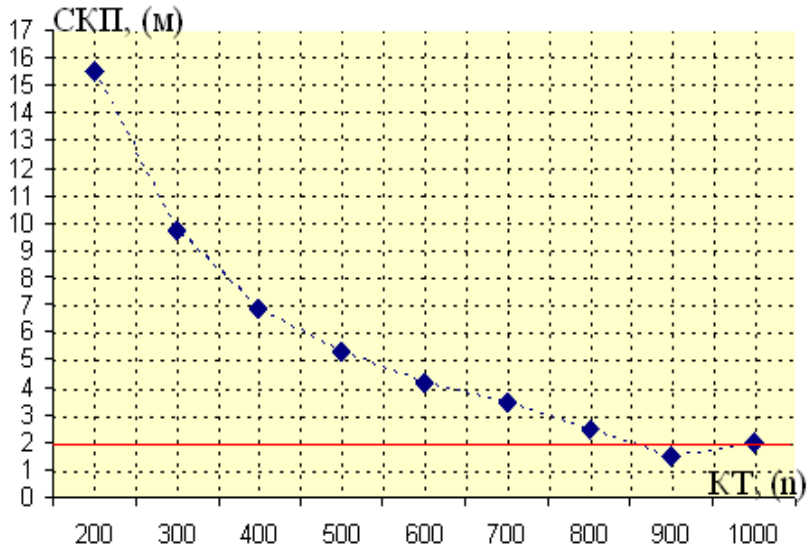


Рис. 2. Величины достоверности аппроксимации на участке траектории движения судна

Анализируя результаты представленные на рисунке 2, которые аппроксимировали отрезок определенного участка траектории ВВП с разным количеством координатных точек, можно сделать вывод, что чем больше количества точек используемых для аппроксимации, тем выше достоверность аппроксимации. Однако при количестве КТ более 850 дальнейшего повышения точности аппроксимации не наблюдается.

Если на малом участке требуется большая точность аппроксимации, то следует сделать несколько проходов судна, чтобы увеличить количество КТ. Такой анализ необходимо выполнить до начала измерений, исходя из требований к точности ПТ на участках маршрута.

Обработка и корректура наборов путевых точек для маршрутов плавания на ВВП, предложенным в настоящей работе методом, обеспечивает высокую экономическую эффективность создания библиотек маршрутов, но представляется достаточно трудоемким процессом для судоводительского состава, особенно с учетом частой корректуры путевых условий. Поэтому целесообразно, чтобы наборы путевых точек и маршрутов рассматривались в качестве самостоятельного продукта картографического обеспечения ВВП.

СПИСКОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ракитин В.Д., Соляков О.В. Применение аппроксимации случайных процессов» с целью получения координат путевых точек на ВВП // Технические средства судовождения и связи на морских и внутренних путях. Межвузовский сборник научных трудов. Выпуск 6. Под редакцией доктора технических наук, профессора А.А. Сикарева. СПГКВК, 2005 г., с. 142–14.

Ходаковский В.А.
Россия, Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК СЕТЯМИ ПЕТРИ В СРЕДЕ MATHCAD

Введение

Заметное повышение интенсивности железнодорожных перевозок, характерное для настоящего времени, приводит к необходимости разработки новых подходов к управлению движением и другими процессами, характерными для железнодорожного транспорта. Повышение скорости движения, сокращение сроков обслуживания должно осуществляться при строгом соблюдении всех видов безопасности. Данную техническую задачу можно решить только с использованием ситуационных и аналитических центров, в которых широко применяются методы математического моделирования дорожных ситуаций и методы выработки предложений для

принятия решения. По результатам математического моделирования диспетчер может выбрать вариант, наиболее удовлетворяющий поставленным требованиям и условиям.

В последнее время при моделировании транспортных потоков все чаще стали использоваться системы, использующие сети Петри [1]. Не в последнюю очередь это связано с тем, что сети Петри функционально очень просты и состоят всего из трех элементов: «Позиций» (Place), «Переходов» (Bridge), «Связей» (Vector).

В простейшем случае при функционировании и отображении сети Петри:

– «Позиции» отображаются кружком, обладают ёмкостью и хранят количество фишек, не превышающее их ёмкости, текущее содержание фишек отображается в кружке.

– «Переходы» отображаются прямоугольником, могут активироваться и в активном режиме могут передавать фишки от входных «Позиций» к выходным «Позициям».

Срабатывание переходов описывается входной и выходной функцией (условиями). Срабатывание переходов может носить детерминированный и случайный характер.

Если функция срабатывания «Перехода» детерминированная, то задается время ожидания срабатывания. Если функция срабатывания «Перехода» случайная, то задаются параметры закона распределения времени ожидания срабатывания.

«Переход» j может сработать если:

– выполняется входное условие, состоящее в том, что во входной позиции k имеются фишки, количество P_k которых больше веса «Связи» – $S_{k,j}$, соединяющей данный «Переход» j с входной «Позицией», т.е.

$$P_k \geq S_{k,j};$$

где P_k – текущее количество фишек в «Позиции» с номером k,

$S_{k,j}$ – вес связи «Позиции» с номером k и «Переход» с номером j;

– выполняется выходное условие, состоящее в том, что ёмкость выходной «Позиции» C_k больше суммы текущего количества P_k фишек в ней и веса «Связи» $S_{k,j}$, соединяющей «Переход» j с этой выходной «Позицией», т.е.

$$C_k \geq P_k + S_{k,j}.$$

«Связи» отображаются стрелкой обладают типом и весом и могут передавать количество фишек, равное весу. Имеются 4 типа связей: (0) – связи нет, (1) – связь нормальная, (2) – связь запрещающая (Ingibitor), (3) – связь тестовая (проверяется входное условие срабатывания перехода, если оно выполнено, то переход срабатывает, но фишки из входной позиции не вычитаются).

Однако, несмотря на всю свою простоту, сеть Петри может моделировать очень сложные динамические системы, в которых имеются параллельные процессы.

Постановка задачи

Требуется разработать алгоритм и процедуры в среде MATHCAD эмулирующие работу сети Петри, имитирующую процессы обслуживания локомотивов в локомотивном депо, имеющем три бригады первая бригада занимается входной и выходной подготовкой, а две другие – техническим обслуживанием (рисунок 1).

В данной постановке сеть включает:

1. Девять позиций, а именно: 0-я – число локомотивов, ожидающих обслуживания, 1-я – наличие фишки указывает на загрузку 1-й линии, 2-я – наличие фишки указывает на завершение обслуживания первой линией, 3-я – число обслуженных локомотивов, 4-я – наличие фишки указывает на то, что группа подготовки свободна, 5-я – загрузка второй линии, 6-я – завершение обслуживания второй линией, 7-я – вторая линия свободна, 8-я – первая линия свободна.
2. Шесть переходов, в том числе: 0-й – загрузка первой линии, 1-й – первая линия работает, 2-й – первая линия выдает локомотив, 3-й – загрузка второй линии, 4-й – вторая линия обслуживает, 5-й – вторая линия выдает локомотив.

Анализ рисунка 1 позволяет заключить, что сеть Петри представляет собой двудольный, плоский, ориентированный граф. Известно, что графы хорошо описываются матрицей инциденций.

Введем матрицу инциденций, в которой номер строки соответствует номеру позиции (начиная с нуля), номер столбца – номеру перехода, а числа в содержимом матрицы: (0) – означает отсутствие связи позиции и перехода, (1) – связь от позиции к переходу, (-1) – связь от перехода к позиции, (2) – имеют место обе связи.

Для задачи представленной на рисунке 1 матрица инциденций будет иметь вид, приведенный на рисунке 2.

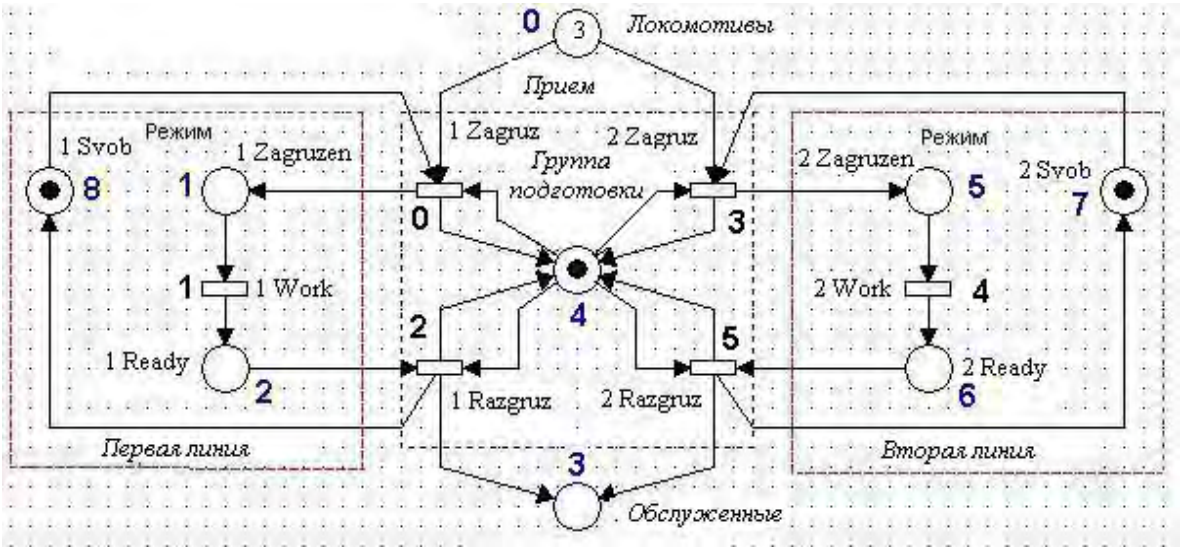


Рис. 1. Сеть Петри «Депо»

$$In := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & 2 & 2 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & -1 \\ 1 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Рис. 2. Матрица инциденций для модели приведенной на Рис. 1.

Для полной характеристики связей в модели необходимо ввести еще две матрицы: матрицу типов связей и матрицу весов связей. В связи с тем, что в рассматриваемой задаче присутствуют только нормальные связи с единичным весом, то эти две матрицы будут иметь вид, приведенный на рисунке 3а.

$$S := \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad C := \begin{pmatrix} 20 \\ 1 \\ 1 \\ 20 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix} \quad F := \begin{pmatrix} 20 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

а) б) в)

Рис. 3. Матрица весов и типов связей а), вектор ёмкости б), вектор начального количества фишек в «Позициях» в).

Общая идея решения задачи

Предлагается пошаговое решение задачи. На каждом шаге поочередно, начиная с первого «Перехода» анализируются состояния всех «Переходов», которые могут быть:

– в неактивном состоянии, когда не выполнены входные и выходные условия срабатывания;
– в активном состоянии, когда считается время, прошедшее от начала активации.

Далее, на текущем шаге:

– если текущий «Переход» в неактивном состоянии, то проверяются входные и выходные условия и, если они выполнены, то этот «Переход» активируется и включается счетчик времени данного перехода;

– если текущий «Переход» в активном состоянии, то проверяется условие: не истекло ли время срабатывания перехода? Если это время истекло, то переход дезактивируется и фишки передаются в выходную позицию при условии, что сумма веса связи данного «Перехода» и текущего количества фишек в выходной «Позиции» меньше её ёмкости, в противном случае выводится сообщение о превышении емкости «Позиции» и решение останавливается.

Решение задачи продолжается до достижения предельного времени моделирования либо предельного числа шагов.

Описание процедур

1. Расчет номеров входных и выходных позиций для «Переходов»

Входными аргументами данной процедуры являются: X – матрица инциденций модели и a – параметр. При $a = 0$ рассчитываются номера входных позиций всех переходов, а при $a = 1$ соответственно выходных. Выходом процедуры является матрица в которой число столбцов соответствует общему числу переходов в данной модели, а числа строк – максимальному числу «Позиций» с которыми на входе или выходе связаны «Переходы».

На рисунке 4 приведена программа процедуры на языке программирования Mathcad – 11, справа от каждой строки программы приведен поясняющий комментарий.

Если необходимо найти номера входных позиций $(a = 0)$ для первого перехода (нулевого столбца матрицы инциденций), то достаточно рассмотреть все элементы первого столбца матрицы инциденций и найти такие строки, в которых значения матрицы инциденций равны «1» или «2». Соответственно, для выходных позиций $(a = 1)$ находятся строки, в которых матрица инциденци имеет значения, равные «-1» или «2». Для приведенного примера, в случае $a = 0$ этими номерами будут «0», «4», «8», то есть для первого перехода входными позициями будут нулевая, четвертая и восьмая.

В конце процедуры с использованием двух вложенных циклов по строкам (начиная со второй строки) и столбцам производится поиск незначащих нулей и замена их на значение -1, чтобы эти значения не спутать с нулевой строкой, в которой наличие нуля свидетельствует о связи данного перехода с нулевой «Позицией».

```
IFh(X,a) :=
    for k ∈ 0 .. cols (X) - 1                    Цикл по переходам (столбцы)
        m ← 0                                    счетчик позиций в ноль
        for i ∈ 0 .. rows(X) - 1                 цикл по позициям (строки)
            b ← 1 if a = 0                       параметр для входов
            b ← -1 otherwise                     иначе для выходов
            if (X_{i, k} = 2) ∨ (X_{i, k} = b)   связь есть?
                V_{m, k} ← i                     если «да», то запоминаем позицию
                m ← m + 1                        и увеличиваем счетчик
            continue otherwise                   продолжаем по другим позициям
        for i ∈1…rows(V) - 1                     Для всех строк кроме первой
            for j ∈ 0 .. cols(V) - 1             для всех столбцов
                V_{i, j} ← -1 if V_{i, j} = 0    заменяем «0» на «-1»
        V                                        выводим матрицу номеров
```

Рис. 4. Процедура поиска номеров позиций для переходов

2. Выполнение операций для активированного перехода

Входными аргументами для данной процедуры являются:

V – матрица, полученная в результате работы процедуры $IFh(X, a)$;

k – номер текущего «Перехода»;

P – матрица текущего состояния перехода;

D – вектор текущего состояния «Позиций»;

t – текущее время;

tm – конечное время моделирования.

Выходом процедуры являются:

t – текущее время;

P – матрица текущего состояния перехода;

D – вектор текущего состояния «Позиций».

На рисунке 5 приведена программа процедуры на языке программирования Mathcad – 11, справа от каждой строки программы приведен краткий поясняющий комментарий.

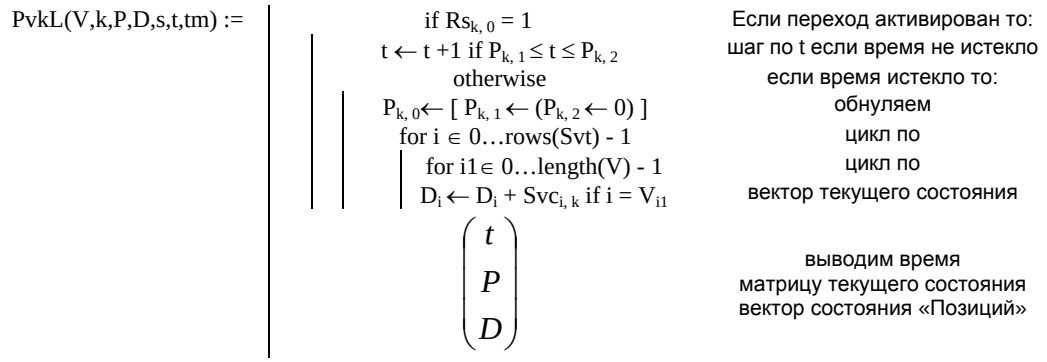


Рис. 5. Процедура выполнения операций для активированного перехода

3. Выполнение операций для неактивированного перехода

Входными аргументами для данной процедуры являются:

V – матрица, полученная в результате работы процедуры $IFh(X,a)$;

k – номер текущего «Перехода»;

P – матрица текущего состояния перехода;

D – вектор текущего состояния «Позиций»;

t – текущее время, sh – конечное время моделирования.

Выходом процедуры являются:

P – матрица текущего состояния перехода;

D – вектор текущего состояния «Позиций».

На рисунке 6 приведена программа процедуры на языке программирования Mathcad – 11,

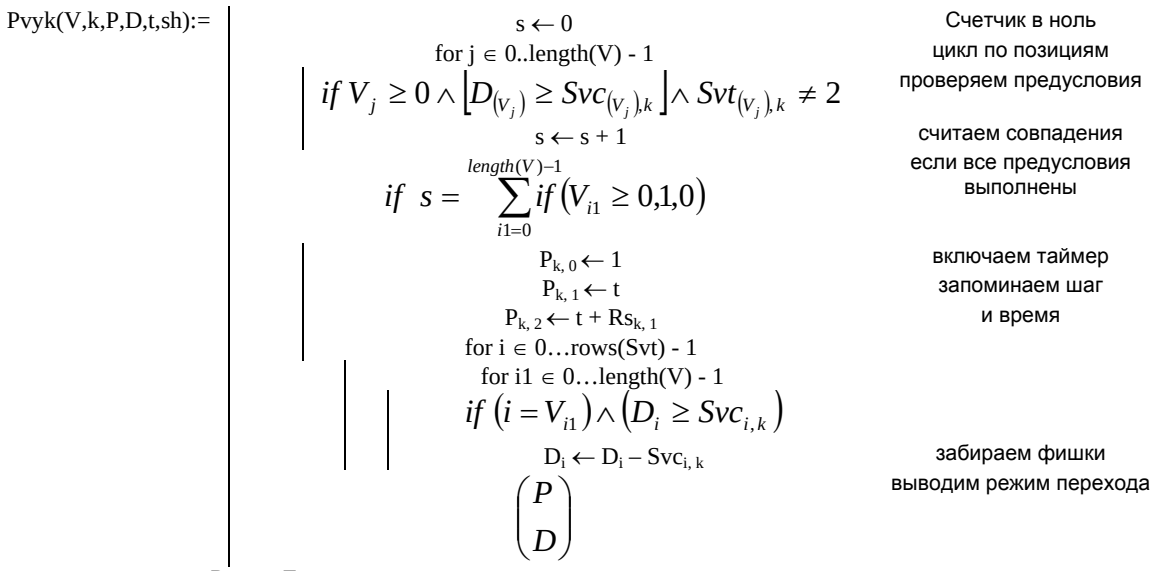
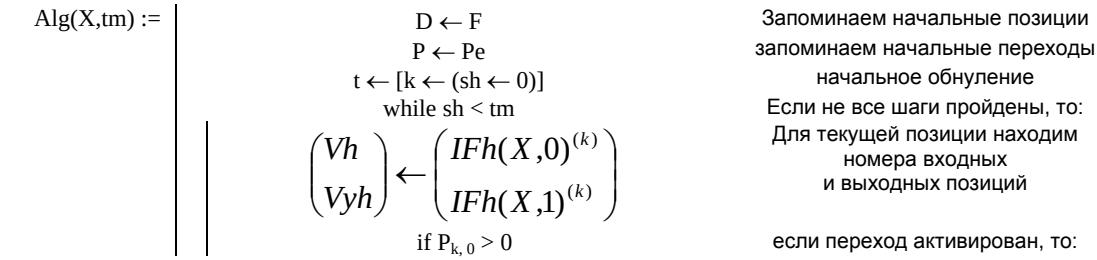


Рис. 6. Процедура выполнения операций для неактивированного перехода

4. Основная процедура

На рисунке 7 приведена программа процедуры на языке программирования Mathcad – 11,



$\begin{pmatrix} t \\ P \\ D \end{pmatrix} \leftarrow PvkL(Vyh, k, P, D, sh, t, tm)$ — выполняем операции для активированного перехода

otherwise — если переход дезактивирован, то

$\begin{pmatrix} P \\ D \end{pmatrix} \leftarrow Pvyk(Vh, k, P, D, t, sh)$ — выполняем операции для дезактивированного перехода

$t \leftarrow t + 1$ — шаг по времени

$W_{sh,\,0} \leftarrow D$ — выводим текущий вектор позиций

$W_{sh,\,1} \leftarrow P$ — выводим матрицу переходов

$W_{sh,\,2} \leftarrow t$ — запоминаем текущее время

$sh \leftarrow sh + 1$ — добавляем шаг

$k \leftarrow \mathrm{mod}(sh, \mathrm{cols}(X))$ — вычисляем текущий переход

W — Выводим результаты

Рис. 7. Основная процедура

Входными аргументами для данной процедуры являются: матрица инциденций X и максимальное число шагов моделирования (tm).

Выходом процедуры является матрица с числом строк, равным общему числу шагов моделирования. Первым элементом матрицы является вектор текущего состояния всех «Позиций», вторым – матрица текущего состояния «Переходов», третьим – текущее время.

Полученные результаты

В поставленной задаче вызов основной процедуры с параметрами:

$X = In$, $tm =$ 420 на шагах 167 и 419 приводит к следующему результату:

$$A\lg(In, 420)_{419,0} = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 20 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}, \quad A\lg(In, 420)_{167,0} = \begin{pmatrix} 12 \\ 0 \\ 0 \\ 8 \\ 1 \\ 0 \\ 0 \\ 1 \\ 1 \end{pmatrix}.$$

Видно, что на шаге 167 число входных фишек уменьшилось до 12 (первый элемент выходного вектора), а число выходных фишек увеличилось до 8 (четвертый элемент выходного вектора).

После шага 419 все фишки оказались в выходной позиции, то есть моделирование полностью завершено.

Выводы

Предложенный подход к эмуляции сетей Петри в среде математического моделирования Mathcad является лишь первым шагом в использовании этой среды математического моделирования для решения поставленной задачи. Здесь не рассмотрены два важнейших этапа, связанных с применением сетей Петри в моделировании сложных систем. Первый этап это графическая разработка сети. Результатом этого этапа является матрица инциденций, которая, как показано в статье, является основой для моделирования. Однако не менее важным является этап анализа и оптимизации сети Петри.

Среда Mathcad не предназначена для решения задачи первого этапа, а вот задачи второго этапа могут быть с успехом решены.

Изложенные подходы и алгоритмы автор использовал в учебном процессе для лучшего усвоения студентами возможностей сетей Петри в моделировании сложных технических систем, а также для освоения принципов программирования параллельно работающих систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Петерсон Дж. Теория сетей Петри и моделирование систем: Пер. с англ. – М.: Мир, 1984, – 264 с.
2. Пушкина Н.Б., Калитин Д.В. Система поддержки принятия решений по управлению транспортными потоками на перекрестке // Научный вестник МГГУ. – 2010. – №6. – С. 28–32.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Алтыкат Омер
Турция, Стамбул, Oxford Vision Language center

ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ТУРЕЦКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО, УЧЁТ КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ИТ

При обучении турецкому языку надо учитывать возраст и сферу деятельности учащихся. Нет необходимости доказывать необходимость учёта возрастных особенностей при изучении любого иностранного языка, а не только турецкого. Весь современный образовательный процесс достаточно чётко регламентирован и позволяет добиться наилучших результатов для своего возрастного периода. Что касается учёта сферы деятельности обучаемых, то, с одной стороны, необходимо давать профессионально ориентированные знания о турецком языке, а с другой – надо учитывать сферу деятельности обучаемого, которые уже работают на момент изучения турецкого языка как иностранного. Нами было проведено анкетирование, которое позволило выявить те или иные предпочтения обучаемых относительно преподавания турецкого языка. Нами проводился опрос сорока обучаемых, изучающих турецкий язык как иностранный, двадцать из которых ещё не были в Турции (назовём их группа А), а двадцать других – были (группа Б). Нам было важно сравнить теоретические представления у учащихся о Турецкой республике и культуре с практическими, виденными собственными глазами.

Возраст опрошенных находится в пределах от 22 до 48 лет. Сфера деятельности оказалась самая разной: автомеханик, бухгалтер, дизайнер, домохозяйка, инженер, риэлтор, студент, учитель немецкого языка. Это возраст трудоспособного населения. Как в группе А, так и в группе Б основными проблемами во время учёбы оказались:

- нехватка времени;
- недостаточность разговорной практики;
- недостаточность аудио- и видеоматериалов на занятиях.

Как видно, активная жизненная позиция учащихся и осознанное отношение к своей жизни научают не только ставить перед собой задачи по изучению иностранного языка, но и видеть плюсы и минусы образовательного процесса. Если первая причина, связанная с дефицитом свободного времени и времени на посещение курсов нельзя решить силами педагогического коллектива языкового центра, то остальные два момента заставляют задуматься.

Что касается второй проблемы, то желающие изучать турецкий язык должны, прежде всего осознавать, как и где они затем будут использовать свои знания. Турецкий язык не распространён столь широко, как европейские языки, однако мощное развитие российско-турецких отношений может в дальнейшем предоставить рабочие места в компаниях, где необходимо знание русского и турецкого языков. Недостаточность аудио- и видеоматериалов на занятиях по изучению турецкого языка нам видится неоправданной. Почти на каждом занятии преподаватель использует лингафонные материалы, каждую субботу в стенах языкового центра проходит просмотр турецких фильмов. На переменах преподаватели турецкого языка часто включают песни понравившихся им исполнителей или наиболее известных певцов и певиц.

На вопрос о том, какие элементы культуры известны учащимся, то представления о ней из группы А, очевидно, носили умозрительный характер, ответы были краткими вроде «Гостеприимство», «Радушие», «Милые сказки» или чаще всего ничего не отвечали. Учащиеся из группы Б отмечали «Свадебный ритуал», «Всю культуру знаю». Вопрос применения языка вызвал в основном ответы как в группе А, так и в группе Б такие: «Нет», «Только с друзьями». Это вполне логично, ведь для работы, например, переводчиком требуются более твёрдые знания, нежели курсы языкового центра.

В вопросе о национальных особенностях гостеприимства группа А чаще всего считала турецкое гостеприимство неотличимым от других восточных культур. Те же, кто знакомы с гостеприимством в Турции, отмечают его культурные особенности. Что касается юмора, то здесь ответы мало разнились. Как в группе А, так и в группе Б были ответы «Турецкий юмор более вежливый», «Русский юмор более резкий». Вопрос об особенностях делового общения вызвал набольшие затруднения. Максимум, что удалось добиться от учащихся, это «Часто пишут уважительные обращения «бей» и «ханым»». Это вполне объяснимо, так как на уроках этой теме отводится мало времени, а переписка в основном изучается на примерах не деловых, а дружеских писем. В группе А и Б изучения турецкого

языка дало положительные впечатления: «Расширился кругозор», «Стал интересоваться историей и культурой Турции», «Нашёл работу в турецкой компании».

Таким образом, в ходе нашего исследования нами были выявлены и рассмотрены взаимосвязи национальной турецкой культуры с процессом изучения турецкого языка как иностранного и обоснована необходимость учёта культурологических аспектов в преподавании иностранного языка.

Гурьев А.Т., Корзина М.И., Майоров И.С., Касаткин В.В., Лысенко В.А., Лысенко А.А., Сальникова П.Ю.
Россия, Архангельск, Северный (Арктический) Федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Институт информационных и космических технологий
Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

«ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИЗАЙНЕ» КАК ОДНА ИЗ ОСНОВНЫХ ДИСЦИПЛИН ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ»

Свою миссию Северный Арктический федеральный университет (С(А)ФУ) видит в формировании и развитии конкурентоспособного, почерпнувшего все самое полезное из европейской и мировой системы образования специалиста. Именно поэтому в Институте информационных и космических технологий С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова ведется подготовка по профилю «Информационные технологии в дизайне».

Первый набор на специальность «Информационные технологии в дизайне» еще в Архангельском государственном техническом университете состоялся в 2006 году. А в 2010 – первый набор по профилю бакалавриата «Информационные технологии в дизайне». В июне 2011 года были выпущены первые специалисты по «Информационным технологиям в дизайне». Одной из основных дисциплин при подготовке специалистов и бакалавров по информационным технологиям в дизайне является дисциплина «Информационные технологии в дизайне».

Сейчас дисциплина «Основы информационных технологий в дизайне» на специалитете преподается в седьмом семестре и занимает 102 часа общей нагрузки.

В примерном учебном плане для бакалавров по профилю «Информационные технологии в дизайне» данная дисциплина соответствует девяти зачетным единицам и 324 часам общей нагрузки. В учебном плане, составленном в С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова, данная дисциплина преподается в пятом семестре, соответствует пяти зачетным единицам и 180 часам общей нагрузки, в том числе 68 – аудиторных и 72 – самостоятельная работа.

С 2009 года «Основы информационных технологий в дизайне» преподавались по рабочей программе от 2005 года, рекомендованной Министерством образования и науки РФ [1]. Целью преподавания дисциплины согласно этой программе является изучение основ применения информационных технологий в дизайне, рассмотрение классификации методов и средств дизайна, основных элементов и этапов разработки дизайна и графического оформления компьютерной продукции с целью обучения студентов умению ставить и решать задачи, связанные с применением современных информационных технологий в дизайне.

С момента создания примерной рабочей программы, рекомендованной Министерством образования и науки РФ, прошло уже пять лет. Изменились взгляды, мнения, наука движется вперед, возникают новые специальности, а главное – поменялось само понимание слова «дизайн». Дизайн сегодня – двигатель инноваций [2]. Это общекультурное и экономическое явление. Дизайн внесен в программы развития многих европейских государств. Поэтому возникла необходимость в изменении старой рабочей программы и ее актуализации.

В 2010 году совместно сотрудниками СПбГУТД, БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова Касаткиным В.В., Лысенко В.А., Лысенко А.А., Корзиной М.И., Сальниковой П.Ю. и др. был разработан авторский курс дисциплины «Информационные технологии в дизайне» [3].

В данном курсе цели и задачи дисциплины определены, как практическое применение знаний, умений, навыков, компетенции для создания (дизайна) объектов дизайна (ОД) различных предметных областей в их полных жизненных циклах с применением научных основ дизайна, информационных систем и технологий.

В содержание дисциплины входят научные основы дизайна, дизайн как процесс создания, дизайн как система, объекты дизайна, жизненный цикл объектов дизайна, модели дизайна, информационное моделирование процессов создания ОД (дизайна) в их полных жизненных циклах [4], системное проектирование ОД, информационные технологии в жизненном цикле ОД, информационные технологии в маркетинге и для определения потребности в ОД, создание образов ОД, визуализация процессов проектирования ОД и самих ОД, моделирования и прототипирования, материализации ОД, оценки качества ОД, управления проектами; коллективной работы в проектах, дизайн как общекультурное и экономическое явление.

С разрешения разработчиков данную рабочую программу начали внедрять в учебный процесс в Северном Арктическом Федеральном университете с конца 2010 года.

В рамках учебного процесса студентами специальности «Информационные технологии в дизайне» был переведен курс Кембриджского университета «Моделирование и имитация процесса разработки продукта с использованием Applied Signposting Model в Cambridge Advanced Modeller» [5], который предполагается использовать в качестве лабораторных работ по данной дисциплине. Программа Cambridge Advanced Modeller является бесплатной и выложена на сайте Кэмбриджского университета для общего пользования.

Данный курс разделен на 15 упражнений, которые постепенно выстраивают имитационную модель процесса дизайна, основанную на примере реального продукта (в данном случае дизайн сумок).

В 2011–2012 годах дисциплина «Основы информационных технологий в дизайне» была включена в государственный экзамен по специальности «Информационные технологии в дизайне». Всего на экзамен вынесено 6 дисциплин, примерно по 10 вопросов в каждой.

По дисциплине «Основы информационных технологий в дизайне» были включены следующие вопросы:

1. Разновидности дизайна и их общая характеристика. Научные основы дизайна: теория систем, теория управления, теория принятия решений, эргономика, теория искусства.
2. Место дизайнера в технологической цепи по переработке данных. Современные тенденции в дизайнерском проектировании и дизайне технически сложных объектов (нанотехнологии, генная инженерия, создание лекарств и др.).
3. Объекты дизайна. Классификации ОД (технологии и процессы; материалы; изделия; системы; технически сложные системы; образы; компьютерные программы и алгоритмы и др.). Предметные области дизайна.
4. Системное проектирование (дизайн). Информационные технологии организации и управления процессом создания и функционирования объекта дизайна, включая PLM, PPLM, ERP, ERM.
5. Дизайн как процесс создания. Дизайн как система. Объекты дизайна как системы. Жизненный цикл объектов дизайна как систем (ГОСТ Р ИСО/МЭК 15288-2005 и др.).
6. Модели дизайна: модель Sony, аксиоматический дизайн, информационная модель дизайна, модель ТРИЗ, модель Cambridge University, Stanford Design Innovation Process, модель Design Council (GB) и др.
7. Информационное моделирование процессов создания ОД (дизайна) в их полных жизненных циклах. Проблемы взаимодействия участников процесса дизайна (заказчик, дизайнер, исполнитель, потребитель и др.).
8. Форматы растровой и векторной графики. Характеристики. Преимущества и недостатки.
9. Современные пакеты растровой и векторной графики и их сравнительная характеристика.
10. Понятие об анимации, аудио и видео. Аналоговое и цифровое представление аудио и видео информации. Форматы и аппаратные средства.
11. Понятие интерфейса. Типы. Процесс проектирования. Стандарты.
12. Дизайн как общекультурное и экономическое явление. Подсистема дизайна в системе общекультурных ценностей. Место и роль системного проектирования (дизайна) в развитии экономик ведущих держав.

При переходе на двух уровневую систему образования требуется формирование новых рабочих программ, ориентированных на бакалавров и магистров.

Сейчас разработана рабочая программа по дисциплине «Информационные технологии в дизайне» для бакалавров по профилю «Информационные технологии в дизайне», которая основана на авторском курсе от 2010 года. Количество часов аудиторной нагрузки на специалитете равно количеству часов аудиторной нагрузки на бакалавриате. По окончании изучения курса обучающиеся сдают курсовую работу и экзамен.

На основе данной рабочей программы сотрудниками СПбГУТД и С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова Лысенко В.А., Лысенко А.А., Корзиной М.И. и Майоровым И.С. разработан электронный дистанционный курс «Информационные технологии в дизайне» в системе Sakai на базе С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова.

Дисциплина «Информационные технологии в дизайне» является одной из основных в одноименном направлении. Поэтому требует тщательной проработки и обновления рабочих программ. Разработанный 2010 году совместно сотрудниками СПбГУТД, БГТУ «Военмех» им. Д.Ф. Устинова, С(А)ФУ имени М.В. Ломоносова авторский курс на наш взгляд является наиболее актуальным на сегодняшний день.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Примерная рабочая программа «Основы информационных технологий в дизайне» от 2005 г. [Электронный ресурс] http://umk-itd.sutd.ru/index.php/uchprograms/5-primprog/15-sd01
2. Design as a driver of user-centred innovation. Брюссель: COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT, 2009.
3. Материалы секции XII Санкт-Петербургской международной конференции Региональная информатика–2010 («РИ–2010»). URL: http://itd-ri.sutd.ru/materialsection.htm
4. В.А. Лысенко. Информационная модель дизайна. 2008. [Электронный ресурс]: http://umk-itd.sutd.ru/ index.php/ publicacii. (Дата обращения: 01.04.2011).
5. Cambridge Advanced Modeller (CAM) URL: http://www-edc.eng.cam.ac.uk/cam/ (Дата обращения: 01.04.2011).

Дмитриева Л.М., Макарова Т.В.
Россия, Омск, Омский государственный технический университет

СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Слово «студент» означает усердно занимающийся, усердно работающий, указывает на сущность учебной деятельности: в высшей школе не столько учат, сколько помогают учиться, самостоятельно приобретать знания, заниматься самообразованием, осваивать профессию. Поскольку в современном обществе значительная часть информационных процессов направленных на самостоятельное приобретение знаний происходит в пространстве глобальной компьютерной сети Интернет, то, реализуя профильную подготовку специалистов в вузе, необходимо предусмотреть целенаправленное обучение использованию возможностей Интернета для профессионального саморазвития.

Особое внимание требуется уделить интернет-подготовке будущих специалистов в сфере дизайна и медиаиндустрии, так как Интернет для них является не только источником новой информации, но также пространством будущей профессиональной деятельности: выставочной площадкой, инструментом продвижения продуктов творчества, средством взаимодействия с профессиональным сообществом и пр.

Структура готовности студента к использованию возможностей Интернета для решения профессиональных задач проистекает из информационной потребности и видов деятельности специалиста в глобальной сети. Информационная потребность представителя динамично развивающейся профессиональной области, которой является дизайн, формируется как результат: заинтересованности в постоянном ознакомлении с достижениями и трендами современной науки, техники (например, в промышленном дизайне, инновации в области формообразования возможны только с появлением новых материалов, что связано с развитием химии и т.п.), новых технологий, которые способны диктовать специфику формы продукта, производимого с их помощью, и художественно-стилевых трендов, актуальных в сознании потребителей; осознания пробелов в имеющихся методологических, маркетинговых, культурологических, информационно-технологических сведениях, на основе которых выполняется предпроектный анализ и собственно проектирование; сложившегося представления о возможных путях восполнения пробелов в имеющихся сведениях, о путях и средствах получения актуальной информации, необходимой для наиболее успешного решения разного рода задач. Возникновение этой потребности сопровождается профессиональным интересом и мотивацией на успех, а ее удовлетворению способствуют различные умения ведения поиска, анализа, переработки информации; профессиональные и правовые знания.

Решая профессиональные задачи, специалист-дизайнер использует интернет-технологии для:

- поиска информации различного вида, предполагающего дальнейший анализ и переработку полученной информации;
- коммуникации и участия в общении с представителями профессионального сообщества, обмена данными;
- публикации (размещение в Интернете) и продвижения в сети собственного контента и пр.

Очевидно, что осуществление в Интернете описанных видов деятельности требует наличия у будущих специалистов:

- информационной культуры и компетентности в сфере информационных и коммуникационных технологий, предполагающих совокупность личностных качеств, таких как: развитое логическое мышление, способность к системному анализу и синтезу, культура работы с данными, владение компьютерными технологиями и др.; и готовность студентов к проявлению этих качеств в работе с информационными и коммуникационными технологиями в процессе поиска, анализа и преобразования информации;
- профессиональной компетентности, которая, являясь результатом подготовки специалиста, объединяет в себе интеллектуальную и навыковую составляющие профессиональной квалификации, что обеспечивает понимание видов профессиональных задач, решаемых посредством сети Интернет, а также средств, способов и пространства для их решения;
- компетентности в вопросах права, поскольку информационное взаимодействие в Интернете связано с реализацией права на информацию, регулируется правовыми нормами и требует наличия у участников представлений о субъективных правах и ограничениях, реализуемых в информационной сфере: праве искать, получать и распространять информацию и идеи любыми средствами (право на доступ к информации); праве на защиту информации, содержащей персональные данные; ограничениях на эксплуатацию права на информацию в случае, если создаваемая или распространяемая информация попадает под категорию незаконной и вредной; ограничениях, связанных с защитой прав субъектов авторского и патентного права, интеллектуальной собственности на информационный продукт и его дальнейшую динамику в формах произведений;
- психологической установки, обеспечивающей включение в осмысленную направленную деятельность на основе соответствующих потребностей, мотивов, интересов, ценностных

ориентаций: потребности в овладении знаниями и умениями в сфере интернет-технологий; мотивация на творческое использование возможностей Интернета при решении профессиональных задач, которые в целом отражают установку на повышение компетентности в области использования данных технологий; интереса к профессиональной информации, доступной в сети Интернет, способам ее получения, переработки и распространения с помощью Интернета; критичное отношение к информации, в том числе, полученной из интернет-источников, стремление к ее творческой переработке; понимание значимости когнитивного использования возможностей Интернета для повышения результативности будущей профессиональной деятельности.

Готовность к деятельности – это активно-действенное состояние личности, мобилизованность ее сил для выполнения какой-либо задачи. На состояние психической готовности оказывают влияние конкретные внешние и внутренние условия в которых осуществляется деятельность: содержание задач; степень трудности; новизна; творческий характер; обстановка деятельности; особенности стимулирования деятельности; мотивация; стремление к достижению результата; оценка вероятности его достижения; самооценка собственной подготовленности и пр. Состояние функциональной готовности определяется: осознанием задачи; моделью вероятностного поведения; определением оптимальных способов деятельности; оценкой своих возможностей в их соотношении с предстоящими трудностями и необходимостью достижения определенного результата и пр.

Готовность есть синтез свойств личности, она достигается в ходе морально-психологической и профессиональной подготовки. Обозначив результат подготовки термином «подготовленность» и применив этот термин для описания структуры готовности студентов к использованию интернет-технологий, получаем толкование готовности студента к использованию интернет-технологий в профессиональной деятельности как «совокупность теоретических знаний, практических умений и навыков, мотивации и ценностных ориентаций в вопросах использования Интернета для решения профессиональных задач, которая имеет в своей структуре подготовленность: информационно-технологическую; профессиональную; правовую; психологическую».

Готовность к когнитивному использованию интернет-технологий является важным компонентом профессиональной компетентности будущего специалиста. Ее становление требует целенаправленной подготовки и является важной задачей обучения конкурентоспособного специалиста.

Домбровская Л.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОЗМОЖНОСТИ СЕТИ ИНТЕРНЕТ

В последние годы наметилась тенденция повышения эффективности образования за счет внедрения новых информационных технологий, широкого использования ресурсов сети Интернет. Созданы целевые программы, направленные на развитие единой образовательной информационной среды, обеспечивающие информационную поддержку образовательных, научно-исследовательских и управленческих процессов на всех уровнях образования. Только в российской части сети функционируют более 120 центров различной направленности: 4 федеральных специализированных республиканских центра, 21 региональный республиканский центр, 17 ресурсных центров дистанционного образования, несколько десятков центров Интернет-образования и региональных центров учебного книгоиздания [1]. Активно развивается система вузовских центров новых информационных технологий при высших учебных заведениях, межшкольные методические центры. Многие учреждения общего, высшего профессионального и дополнительного образования имеют собственные сайты, отражающие различные аспекты их деятельности. В сети функционируют тысячи сайтов научно-исследовательских некоммерческих и коммерческих организаций, инициативных групп, виртуальных сообществ, учреждений периодических изданий, частных лиц.

Под сайтом (от англ. site – место, синонимы: веб-сайт, ресурс) обычно понимают совокупность объединенных общим содержанием веб-страниц, размещенных на каком-либо сервере под определенным доменным именем и реализующих виртуальное представительство организации или отдельного человека в Интернете. Сайт имеет в Интернете свое место с определенным IP адресом (протокол, обеспечивающий прохождение пакетов к пункту назначения через различные сети), владельца и состоит из веб-страниц, которые воспринимаются как единое целое. В качестве составляющих компонентов сайты нередко включают систему поиска, каталоги, базы данных, электронные обновления, картографический сервис, библиотеки, Интернет-магазины, форумы, опросы, глоссарии и т.д.

Слово «портал» пришло в Интернет из архитектуры и обозначает «главный вход», с которого пользователь начинает свою работу в Интернете. Портал представляет собой единый с концептуальной и содержательной точек зрения доступ к широкому спектру информационных ресурсов и услуг, ориентированных на большую аудиторию (в данном случае образовательное сообщество), является функциональной структурированной средой, в которую интегрирован ряд классификаторов и баз данных, наращиваемых по модульному принципу. Портал включает веб-

сервисы, контент и ссылки на другие ресурсы, единую систему навигации и поиска информации, визуализацию различных связанных между собой сервисов, а также возможность расширения всех частей портала и увеличения его масштабности в целом. Результативность эксплуатации портала достигается за счет общего мультипликационного эффекта воздействия взаимосвязанных видов информации.

В настоящее время создана система образовательных порталов – удобная для учащихся и преподавателей информационная и обучающая среда, которая дает возможность пользователю удовлетворять индивидуальные информационные и образовательные потребности, получать необходимые знания для научной и практической деятельности, а также предоставляет средства для информационного поиска и профессионального общения.

В структуру образовательного портала, как правило, входят: новостные ленты и рассылки; расширенные многоуровневые средства навигации и поиска; электронные учебники и библиотеки; каталоги образовательных ресурсов; материалы, посвященные отдельным учебно-воспитательным и организационно-методическим вопросам; интерактивные обучающие средства, обеспечивающие активное участие пользователей в процессе обучения; виртуальные среды учебно-практической деятельности; компьютерные демонстрации; универсальные обучающие среды; базы данных и архивы; справочный отдел для поиска информации, персоналий, организаций по соответствующим предметным областям; он-лайновые журналы; обучающие игры; средства дистанционного и открытого обучения; средства проведения опросов и голосований, рейтингования ресурсов; раздел обеспечения виртуальных коммуникаций, таких как доска объявлений, форум, гостиная, видео- и аудиоконференции; данные о разработчиках, статистика посещений, реклама и другие данные [1].

Известно, что ресурсы в области образования находятся в виде первичного или вторичного контента на сайтах и порталах. Первичные ресурсы располагаются на портале владельца. Описание и адреса вторичных ресурсов располагаются в других местах, доступных через Интернет. Для пользователей нет различий между первичными и вторичными ресурсами. Они видят лишь имена авторов статей и/или названия организаций, которым принадлежит данный ресурс.

Информация, помещенная на сайтах и порталах, обладает рядом преимуществ перед традиционными печатными материалами. Она дает возможность пользователям работать в гипертекстовой среде, т. е. в условиях, когда он может самостоятельно, с учетом индивидуальных склонностей, мотиваций, способностей, мышления и уровня знаний формировать области и маршруты процесса усвоения знаний, получать, обрабатывать и передавать текстовую и графическую информацию, принимать активное участие в конференциях и дискуссиях. Кроме названных, важное преимущество он-лайнового доступа состоит в том, что электронное издание, как правило, можно прочитать значительно раньше, чем печатное, т. к. здесь исключается время на полиграфические работы и пересылку издания.

Средства навигации портала предоставляют пользователям возможность ориентироваться в образовательной среде отрасли, региона, страны, обеспечивают поиск учебной или информационно-справочной литературы, а также позволяют проводить сравнение и оценку характеристик учебных заведений независимо от их месторасположения и удаленности.

Порталы, как правило, включают в каталоги и ресурсы других порталов и сайтов, представляя пользователю методологические наработки и способы организации образовательных ресурсов, сервисов и служб других порталов и сайтов в условиях принципиальной децентрализации их расположения и содержания. Это означает, что виртуальные представительства учебных заведений, разработчиков новых методик преподавания и образовательного контента, личные сайты научных работников будут многократно интегрированы в Интернет-среду, доступность информации для пользователей будет осуществляться с помощью универсального набора сервисных служб и единых каталогов информационных образовательных ресурсов.

Предоставление пользователю всего спектра возможностей по формированию функциональных сайтов позволяет строить собственные образовательные ресурсы на основании стандартизованных блоков при освоении учебных дисциплин, выполнении дипломной работы, написании диссертации или повышении квалификации. Сайт помогает преподавателям выявить типичные ошибки, которые возникают в процессе изучения учебного материала, разработать индивидуальные маршруты для самостоятельного, очного или дистанционного обучения.

Интернет служит средством развития активности обучаемого через участие в проектной деятельности, в том числе и по созданию сайтов (наполнение их содержанием, их графическое, звуковое, художественное оформление с использованием современных технических средств – фотоаппаратов, видеокамер и т.д.) и представлению (презентации) результатов работы с использованием компьютерных видеотехнологий.

В этой связи задача вуза – сформировать у обучаемых навыков работы с сетью. Обучаемые должны уметь эффективно пользоваться возможностями сети: ресурсами, электронной почтой, посетить чат, форум, принять участие в электронном голосовании, пользоваться машинами поиска, получить из сети музыкальный, графический или видеофайл, подписаться на список рассылки. Учащиеся должны знать: виды электронных адресов, способы доступа в Интернет, принципы поиска

информации, иметь представление о гипертексте. Студенты должны быть информированы о структуре и содержании образовательных ресурсов сети, практически ориентироваться «на виртуальной местности», понимать, чем и как может Интернет помочь их образованию и уметь применять эти возможности в повседневной учебной деятельности.

В зависимости от вида предоставляемых услуг, предметной области, положения в информационной иерархии и других характеристик сайты и порталы делятся на официальные и неофициальные, федеральные и региональные, вертикальные и горизонтальные, отраслевые и предметные, дистанционного и очного обучения, сайты исследовательских работ, сайты учащихся, преподавателей, научных работников, консультативного назначения по общеобразовательным предметам, сайты виртуальных методических объединений, сайты для тематических телеконференций и чатов в режиме on-line по вопросам образования, сайты для повышения квалификации педагогических кадров, сайты телекоммуникационных олимпиад, конкурсов и викторин, сайты информационно-развлекательных проектов образовательной тематики, сайты высших учебных заведений, колледжей, общеобразовательных школ, лицеев и гимназий, электронные библиотеки, виртуальные журналы и газеты образовательной тематики, музеи, клубы, сайты справочного характера: электронные энциклопедии, словари, справочники, каталоги, базы данных, сайты смешанного типа и др. [1].

Официальные сайты содержат наиболее важные нормативные документы, информирующие и регламентирующие правительственные и ведомственные решения, связанные с модернизацией и дальнейшим развитием системы образования, нормативно-правовым регулированием в данной области, научно-технической и инновационной деятельностью, оперативную информацию о проводимой государственной политике в сфере образования и науке.

Ниже приведен список некоторых официальных сайтов, которые обозначены на федеральном портале «Российское образование»:

- Сервер органов государственной власти Российской Федерации URL: http://www.gov.ru/
- Правительство Российской Федерации URL:http://www.gov.ru/
- Министерство образования и науки Российской Федерации URL: http://www.mon.gov.ru/
- Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки URL: http://www.obrnadzor.gov.ru/
- Высшая аттестационная комиссия URL: http://vak.ed.gov.ru/
- Информационно-методический центр по аттестации образовательных организаций URL: http://www.imtsa.ru/
- Центр государственной аккредитации URL:http://www.nica.ru/
- Федеральное агентство по образованию URL: http://www.ed.gov.ru/
- Федеральный экспертный совет по учебной литературе URL: http://fes.mto.ru/
- Сайт системы дополнительного профессионального образования URL: http://www.gain.ru/
- Отраслевой специализированный ресурсный центр URL: http://www.rescenter.ru/
- Головной информационный центр учебного книгоиздания URL: http://www.ndce.ru
- Федеральное агентство по науке и инновациям URL: http://www.fasi.gov.ru/

Федеральные сайты содержат официальные и нормативные материалы по образованию и науке, воспитанию и социальной защите детей, аттестации, аккредитации и лицензированию образовательных учреждений, обеспечению школьников и студентов учебно-методическими пособиями, техническими средствами, повышению квалификации кадров. Сайты организаций органов управления содержат нормативные и методические материалы, регламентирующие управленческую и учебную деятельность.

Федеральные и региональные порталы условно делятся на горизонтальные (для сбора ресурсов по широкой тематике) и вертикальные (для сбора более полных ресурсов по узкой тематике). Федеральные и региональные порталы обеспечивают основные ресурсы в области образования, предоставляют возможности для дистанционного и заочного образования, делают доступным образование для различных категорий пользователей вне зависимости от их географического расположения.

Федеральный портал является центральным, системообразующим, группирует вокруг себя остальные интернет-порталы по уровням образования, предметным областям, специализации. Он содержит наиболее полную информацию об образовании в нашей стране, информацию и ссылки на образовательные ресурсы сайтов электронных библиотек, баз данных. Веб-сервер в Интернете доступен по адресу URL:http://www.edu.ru/

Наряду с федеральными и региональными порталами в сети функционируют информационно-образовательные сайты и порталы учреждений, межшкольных, межвузовских и методических объединений, отдельных лиц, в которых содержатся материалы или ссылки на них по актуальным проблемам воспитания, размещены материалы дискуссий, журнальные и газетные статьи, авторефераты диссертаций, монографии, книги. Многие сайты касаются отдельных проблем

обучения и воспитания дошкольников, школьников, учащихся коррекционных школ, инвалидов, одаренных детей, студентов и т. д.

Для работников образования представляют интерес наиболее крупные порталы, входящие в систему федеральных порталов:

- Российский общеобразовательный портал: URL: http://www.school.edu.ru/
- Портал дополнительного образования детей: URL:http://www.vidod.edu.ru/
- Портал информационной поддержки единого государственного экзамена: URL:http://www.ege.edu.ru/
- Естественнонаучный образовательный портал: URL:http://www.en.edu.ru/
- Федеральный портал «Экономика. Социология. Менеджмент»: URL: URL:http://www.ecsocman.edu.ru/
- Федеральный правовой портал «Юридическая Россия»: http://www.law.edu.ru/
- Федеральный портал «Социально-гуманитарное и политологическое образование»: URL:http://www.humanities.edu.ru/
- Федеральный портал «Инженерное образование»: URL:http://www.techno.edu.ru/
- Портал «Информационно-коммуникационные технологии в образовании»: http://www.ict.edu.ru/
- Российский портал открытого образования: URL:http://www.openet.edu.ru/
- Название порталов говорит об их содержании.

Список источников образовательных ресурсов в сети Интернет велик и включает тысячи адресов. Для поиска информации в Интернете существуют специальные программы (поисковые машины), которые собирают информацию с веб-страниц и индексируют их. Пользователям выдается результат поиска – список ссылок на документы (веб-страницы), соответствующие определенному запросу. Поисковые машины могут вести глобальный или локальный поиск, сфера которого ограничивается национальным доменом, искать информацию по тематическим каталогам и новостным порталам, рейтингу, рубрикаторам и тезаурусам.

Ниже приведены веб-адреса различных поисковых средств, использование которых дает возможность получить доступ ко множеству документов, в том числе по вопросам образования и педагогики:

- поисковая система «Апорт» URL:http://www.aport.ru/
- поисковый Интернет-ресурс «Яndex» URL:http://www.yandex.ru/
- информационно-поисковая система «Rambler» URL:http://www.rambler.ru/
- mail.ru-портал http://win.mail.ru/
- многоязычная поисковая система «Google» URL: http://www.google.com/
- крупнейший энциклопедический ресурс Интернета «Рубрикой» URL:http://www.rubricon.ru/ и др.

Кроме поисковых систем, непосредственную информацию по всем областям образования можно найти, например, на сайте «Все образование Интернета» URL:http://www.catalog.alledu.ru/, для студентов и преподавателей вузов ценные материалы содержит «Сервер российского студенчества» URL:http://students.ru/ и «Система WWW-серверов вузов России» URL:http://vuz.unicor.ru/

В России существуют около 800 электронных библиотек, в которых собрана обширная информация по дидактике, теории воспитания, управления образованием. Адреса российских библиотек и архивы России находятся на сайтах URL:http://www.shpl.ru/adress/email/ и URL:http://www.openweb.ru/rusarch

Из зарубежных образовательных ресурсов наиболее значимые: Департамент образования и занятости Великобритании URL:http://www.open.gov.uk/; Министерство образования, науки, исследований и технологии Германии URL:http://www.bmdf.de/; Департамент образования США URL:http://www.ed.gov/; Министерство образования Франции URL:http://www.mesr.fr/; сервер ЮНЕСКО МБП URL:http://www.unicc.org/ibe/ [1].

Фундаментальный каталог мира Библиотека конгресса США предоставляет круглосуточный доступ к сведениям о более чем 12 млн. единиц хранения: книги, периодические издания, карты, ноты, компьютерные файлы и рукописи. Среди прочих содержится много русскоязычных материалов. Каталог имеет эффективный механизм для проведения многоаспектного поиска по сочетанию нескольких полей URL:http://Lcweb.log.gov [1].

Особый интерес для работников образования представляет Education Resource Information Center – ERIC – Информационный центр образовательных ресурсов URL:http://www.accesseric.org/. Это наиболее полная и известная информационная система в мире, позволяющая получить исчерпывающие данные по системе дошкольного, начального, общего и профессионального обучения, ознакомиться с научными исследованиями и разработками во всех областях педагогики и образования, которые ведутся в других странах.

Использование образовательных Интернет-ресурсов создает условия для создания единого информационно-образовательного пространства, обеспечивает пользователям доступ к отечественным и зарубежным источникам информации, предоставляет разным группам учащихся

возможность выбора формы обучения и уровня образования, открывает новые перспективы для индивидуализации обучения, выбора профессии, позволяет существенно улучшить формы открытого образования и использование дистанционных технологий обучения в режиме on-line. Для осуществления этих целей создана система взаимосвязанных образовательных порталов, серверов и сайтов в области образования, условия для доступа к ресурсам библиотек, учебных заведений, работы в режиме видеоконференции и т.д.

Использование образовательных ресурсов сети Интернет открывает широкие возможности доступа к информационным ресурсам и технологиям при проведении учебного процесса, проверки уровня знаний по школьным и институтским дисциплинам; проведения различного уровня социологических опросов, оперативной обработки и обобщения результатов массовых социологических исследований, подготовки и повышения квалификации кадров. Это, в свою очередь, предполагает всеобщую компьютерную грамотность, создание условий для интенсификации информационного обмена между всеми звеньями системы непрерывного образования.

Интернет существенным образом влияет на эффективное использование профессорско-преподавательского потенциала, характер научной деятельности. С его помощью научные сотрудники имеют доступ к отечественным и зарубежным опубликованным и неопубликованным документам (диссертации, научные отчеты, депонированные рукописи). Появились новые формы и методы проведения региональных и международных исследований, участия в дискуссиях, обмена результатами работ, повышения квалификации научных и практических работников.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Полонский В.М.: URL:http://www.den-za-dnem.ru/page.php?article=394

Йасин Кюршад Демиралп
Турция, Стамбул, Oxford Vision Language center

ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ТУРЕЦКОМУ ЯЗЫКУ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЯМИ В ТУРЕЦКОМ ЯЗЫКЕ, КОТОРЫЕ НАБЛЮДАЮТСЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ФОРУМАХ И В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ

Ориентированность турецкого языка на Восток и Восточную культуру делает порой очень сложным обучение турецкому языку в Западных странах. Несовпадение менталитетов, образа мыслей, восприятия окружающей действительности ставит барьеры на пути к взаимопониманию. Именно поэтому необходимо не только обучать языку, но и обучать культуре, объясняя не только слова, но и реалии культуры, поскольку в турецком языке почти за каждым словом стоит пословица или поговорка, за каждым понятием лежит культурный пласт, простирающийся порой на несколько веков вглубь истории турецкого народа.

Однако при обучении турецкому языку следует учитывать не только влияние турецкой культуры, но и тот факт, что в нынешнем чрезвычайно глобализированном и технократическом пространстве сам турецкий язык претерпевает некоторые изменения. Особенно ярко это можно наблюдать в различных социальных сетях и форумах, в которых принимают участие тюркоязычные пользователи, однако в силу некоторых технических ограничений коверкающих этот самый язык. К примеру, если в раскладке клавиатуры отсутствуют специфические для турецкого языка буквы, то они заменяются на, казалось бы, аналогичные буквы латинского шрифта или их комбинации. В пространстве Интернет, к примеру, в большинстве случаев отсутствует употребление некоторых характерных для турецкого или для французского языков букв. Происходит сведение отличительных особенностей мировых языков практически к нулю. Отдельного разговора заслуживает и учёт особой лексики в виртуальном мире (широко распространённые среди пользователей компьютеров и аналогичных технических средств жаргонизмы), обилие аббревиатурных сокращений, упрощённые почти до предела синтаксис и грамматика.

Подобные случаи объясняются ещё и повышенной скоростью общения в сети Интернет. Конечно, через меню Word можно осуществить вставку необходимого символа (Вставка – Символ…), характерного для турецкого правописания, однако у пользователей нет желания производить такие трудоёмкие операции, да и каждый раз выходить из браузера в Word и обратно, копируя необходимый текст, доставляет мало удовольствия. Это явление транслитерации необходимо учитывать в случае общения учащихся через Интернет, и преподаватель должен заранее предупредить их об изменениях подобного рода в турецком языке.

Считаем необходимым кратко дать классификацию изменений в турецком языке, которые наблюдаются на различных форумах и в социальных сетях:

1. Неверное употребление звуков:
   - употребление характерных букв английского языка вместо турецких;
   - передача звука английскими буквосочетаниями.
2. Неверное написание слов:
   - пропуск гласных.
   - употребление слов английского языка вместо турецких слов.
   - ошибочное написание окончаний.

3. Неверное написание предложений:
   - использование элементов разговорного языка.
   - повтор буквы для обозначения ударения.
4. Ошибки в правописании:
   - смешение заглавной и строчной букв.
   - удвоение согласных.
   - ошибки в слитном и раздельном написании.
   - написание личных имён со строчной буквы.

Как видно их вышеприведённых примеров, при обучении турецкому языку в университете или на специальных семинарах, посвящённых современному состоянию изучаемого языка, становится необходимым преподавание не только турецкой лексики, но и ряда заимствований из сети. Также для более адекватного усвоения турецкого языка в образовательном процессе следует большое внимание уделять не только литературной его составляющей, но и разговорным элементам, широко распространённым в сегодняшних СМИ и особенно в Интернет.

Интернет существенным образом влияет на эффективное использование профессорско-преподавательского потенциала, характер научной деятельности. С его помощью научные сотрудники имеют доступ к отечественным и зарубежным опубликованным и неопубликованным документам (диссертации, научные отчеты, депонированные рукописи). Появились новые формы и методы проведения региональных и международных исследований, участия в дискуссиях, обмена результатами работ, повышения квалификации научных и практических работников.

Калугян К.Х.
Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)

ПРЕПОДАВАНИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ»: ОСОБЕННОСТИ И ОПЫТ

Автор представляет кафедру Экономической информатики и автоматизации управления (ЭИ и АУ) ФГБОУ ВПО «Ростовского государственного экономического университета (РИНХ)». В 1960 году кафедра стала первой и долгое время единственной на Юге России, где велась подготовка по специальности, которая с 2000 года называется «Прикладная информатика в экономике» (с присвоением квалификации «Информатик-экономист»). С 2008 года кафедра ЭИ и АУ начала обучение по специальности «Информационные технологии в дизайне» (с присвоением квалификации «Инженер»). РГЭУ (РИНХ) является сейчас единственным вузом на Юге России, который ведет подготовку таких специалистов. Теперь с переходом на двухуровневую систему обучения кафедра готовит по двум направлениям соответственно: «Прикладная информатика» и «Информационные системы и технологии», в рамках которого есть профиль «Информационные технологии в дизайне».

Одной из первых специальных дисциплин, с которыми знакомятся студенты специальности «Информационные технологии в дизайне» в начале обучения, является «Введение в теорию дизайна». Наполнение дисциплины теоретической частью не составило труда: согласно стандарту в нее были включены такие вопросы, как понятие дизайна, история дизайна, история российского дизайна, основы колористической теории, понятие технологии мультимедиа, компьютерной графики и др. Т.к. в качестве специализации кафедрой было выбрано направление web-дизайн, то в состав лекции вошли и некоторые вопросы, касающиеся проектирования сайтов (последовательность шагов при проектировании, требования к содержанию сайта), сравнительного анализа браузеров по ряду технических и программных характеристик и др.

Возник вопрос – чем занять студентов на практических занятиях. Давать серьезные задания не имело смысла, т.к. это первокурсники, и не все из них владеют специализированными компьютерными программами (и не должны). Такие знания они получат позже в ряде специальных профессиональных предметов. В связи с этим наша идея состояла в следующем. Одно из заданий заключалось в проведении сравнительного анализа нескольких (3 – 4-х) сайтов идентичной направленности по ряду критериев, связанных и с содержанием сайта, и с его оформлением. Часть критериев, таких как:

- общая концепция сайта,
- размещение информации,
- поиск информации,
- удобство для пользователя,
- цветовое решение,
- дизайн в целом,

предлагалась преподавателем, но студенту оставлялась возможность найти свои собственные характеристики и выполнить сравнение по ним. Среди критериев, предложенных студентами, можно выделить:

- стили,
- реклама,
- возможность регистрации,

- шрифты,
- наличие помощи,
- оригинальность проекта в целом.

Оценка по каждому критерию выставлялась по 10-ти балльной шкале. Снижение оценки необходимо было обосновать. Результаты оценки заносились в специально разработанную для этого таблицу, которую после выполнения анализа нужно было сдать преподавателю. При этом студентам предлагалось отстаивать оценку, данную по каждому критерию, и объяснить ее снижение, что в итоге влияло на получаемую студентом итоговую отметку по заданию. Таким образом, студенты проявляли и развивали свои вкусы, учились пользоваться ресурсами Интернет, проводить анализ, сравнение и оценку сайтов, что особенно важно, учитывая направление специализации.

Другое задание состояло в том, что каждый студент должен был выбрать направление в искусстве (например, ампир, барокко, возрождение, реализм и др.) и сделать подробную презентацию по этой теме, включая историю возникновения этого направления, основные отличительные черты, главных представителей и наиболее известные произведения.

Для выполнения этого задания предлагалось активно пользоваться доступом в Интернет, что в свою очередь решало сразу две задачи. С одной стороны, студенты учились искать в Интернет нужную информацию, с другой стороны, продолжали выполнять оценку сайтов. В творческом плане никаких ограничений не устанавливалось. После выполнения заданий было проведено презентационное занятие, на котором студенты представили результаты своей работы. Причем они должны были не просто показать презентацию, но и сопроводить ее речью (что в свою очередь способствовало развитию у студентов навыков публичного выступления). Помимо преподавателей, которые вели эту дисциплину, на итоговое занятие были приглашены и другие преподаватели кафедры, чтобы зачет по заданию прошел в форме защиты. Каждый из студентов представлял свое направление в искусстве с использованием мультимедийной техники, при этом остальные студенты могли узнать обо всех направлениях, которые были показаны.

Таким образом, мы пытались привить студентам чувство понимания и осознания прекрасного, дать основы искусствоведения, научить использовать современное программное обеспечение и Интернет для поиска и представления информации.

В рамках настоящей статьи хотелось бы поделиться еще одним опытом. Это был абсолютный эксперимент. Мы не очень надеялись на результат, просто было интересно, как студенты на это отреагируют и как справятся с заданием. А задание заключалось в следующем: выполнить дизайн-проект помещения выпускающей кафедры. Постановка задачи была сознательно неточной с тем, чтобы предоставить студентам максимальную возможность для творческой фантазии.

К нашему большому удивлению и радости (!) студенты отнеслись к заданию со всей серьезностью. Несколько дней ими было потрачено на то, чтобы измерить параметры комнаты, в которой располагается кафедра. Затем они провели опрос среди преподавателей кафедры, интересуясь тем, что каждый хотел бы улучшить в помещении, как организовать рабочие места и прочее. В большей степени были учтены предпочтения заведующего кафедрой и лаборантов кафедры (т.е. людей, больше других проводящих время на кафедре). Весь процесс разработки проекта студенты держали в секрете, советовались только по отдельным моментам, не показывая никому промежуточные варианты. Проект был создан (как мы узнали позднее) с помощью программы 3D Max, при том, что изначально мы не ограничивали студентов в выборе программного обеспечения. Когда было все готово, студенты принесли полученный проект в формате 3D Max и в виде картинок-фотографий, часть из которых представлена на рисунках 1 и 2.

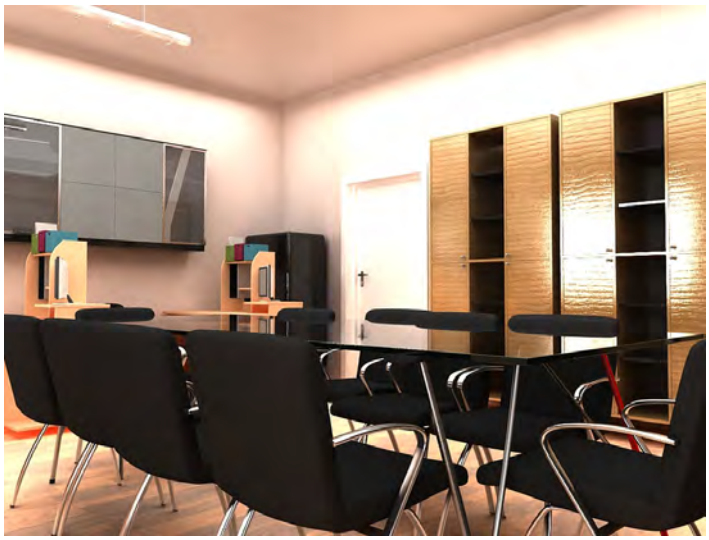


Рис. 1. Дизайн-проект помещения кафедры – вид от окна

Студенты провели полномасштабную презентацию. Они показали комнату кафедры со всех сторон, объяснили выбор дизайнерских решений, обосновали цветовое решение проекта, разъяснили расположение и организацию рабочих мест сотрудников.

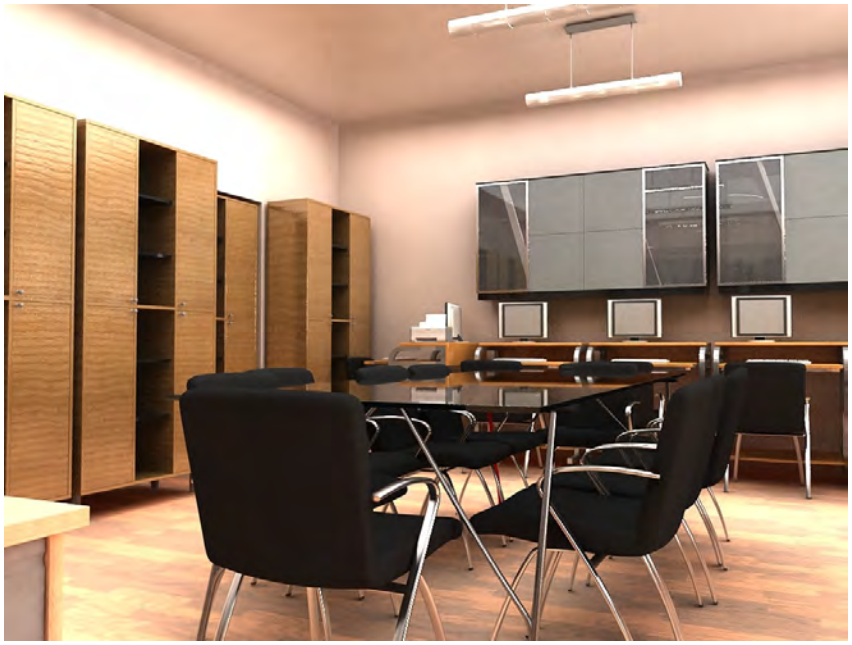


Рис. 2. Дизайн-проект помещения кафедры– вид от боковой стены

Всем без исключения преподавателям кафедры, включая заведующего, а также лаборантов, понравился представленный проект. Студенты полностью справились с поставленной задачей, пройдя все шаги от идеи до разработки дизайн-проекта. К сожалению, практическое воплощение проекта уже от них не зависело.

Таким образом, наше абсолютно экспериментальное задание воплотилось в реальность, оправдав наши надежды и показав способности студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОС ВПО направления подготовки 230200 «Информационные системы» по специальности 230203 «Информационные технологии в дизайне» рег. №761 тех/сп утвержден Министерством образования и науки 23 декабря 2005 г.

Колоколова Л.П.
Россия, Стерлитамак, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН

В настоящее время становится всё более очевидным, что информационные технологии занимают перспективное положение в современном обществе, предусматривающим систематизацию всех типов знаний, связанных с познавательной деятельностью человека, потребностями коммуникативной деятельности. Внедрение информационно-коммуникативных технологий (ИКТ) в образовательный процесс не столько насущная необходимость, сколько осознанный процесс технологизации рутинных процессов с целью высвобождения творческой энергии личности современного общества. В языкознании современного периода можно наблюдать характерное взаимодействие различных направлений в изучении языка, сосуществование которых даёт плодотворные результаты для планомерного развития науки о языке, для более комплексного, объемного, разностороннего рассмотрения языковых явлений. В русле таких актуальных интегративных исследований находятся информационные технологии, все более серьёзно применяемые в языковой системе русского языка.

С учетом актуального когнитивно-антропоцентрического взгляда на язык, в частности, и на весь комплекс гуманитарных наук, в целом, преподаватели-русисты считают возможным предложить некоторые новые требования и рекомендации к преподаванию русской словесности в школе и академических лингвистических курсов вузовской практике.

1. Преподавание словесности должно опираться прежде всего на классические тексты разных стилей и жанров, которые помимо фактуальной информации представляют определенную национальную культуру, особенности национальной картины мира, национального менталитета, в которых отражаются элементы духовной и материальной культуры народа в определенную историческую эпоху его существования.

2. Осуществлять преподавания словесности в соответствии с принципом системности, учить видеть в каждом отдельном факте языка сеть взаимосвязей его с фактами всех языковых уровней и экстралингвистическими категориями, понятиями и реалиями, которые получают отражение в данном языковом факте.

3. Ввести в лингвистический цикл предметов, преподаваемых в высших учебных заведениях, круг дисциплин, связанных с новыми направлениями современной филологии: лингвосемиотику, лингвокультурологию, риторику, теорию коммуникации, прикладную лингвистику.

Методологически внедрение ИКТ в процесс обучения ускоряет передачу и освоение знаний и способствует формированию языковой картины мира. Важным качеством современных ИКТ является их универсальность: они могут быть основой в организации любой деятельности, связанной информационным обменом, основой в создании общего информационного языкового пространства.

Наибольшую популярность среди технических приложений лингвистики получило компьютерное обучение. Компьютер является многофункциональным помощником, хорошим методическим инструментом наряду с другими средствами обучения. Актуальность компьютерных технологий в преподавании русской словесности налицо, так как новые условия, непринужденная обстановка, общение с компьютером, одобрение электронного помощника результатов труда имеют позитивную оценку. Студенты с разной степенью грамотности сосредотачиваются на ключевых моментах, так как машина идет вместе со студентом от незнания к знанию, акцентируя внимание на неусвоенном материале.

Для активизации учебной деятельности студентов создаются электронные учебники, позволяющие самостоятельно приобретать навыки грамотного письма, проверять собственные знания и подготавливаться к различным типам контрольных работ по русского языку.

Одним из последних по времени появления среди новых технических приложений лингвистики явилось применение интерактивных электронных досок. В процессе проведения учебных занятий использование интерактивной доски выводит на новый уровень подачу материала, создается комфортная среда при объяснении учебного материала и поддерживается атмосфера интересной познавательной беседы при обсуждении языковых явлений. В частности, в преподавании курса «Фонетическая система современного русского литературного языка» ключевым понятием является фонетическая транскрипция, представляющая собой передачу на письме графемами-буквами и специальными дополнительными знаками звучания различных по величине отрезков живой речи. Потребность в транскрипции была обусловлена зарождением сравнительно-исторического языкознания и развитием фонетики как науки. В специальных лингвистических трудах обычно применяется транскрипция Международной фонетической ассоциации, основанная на латинской графической системе. Бесспорно, используя интерактивные технические средства, можно детально представить фонетическое письмо и познакомить студентов с системой важных знаков транскрипции. Сложность знаковой системы фонетической транскрипции заключается в том, что, по мнению И.А. Бодуэна де Куртенэ, «одному только древнеиндийскому (санскритскому) алфавиту свойствен порядок, основанный на физиологическом и акустическом родстве и на естественной последовательности ассоциируемых с графемами произносительно-слуховых элементов..». Кроме того, интерактивная доска может быть использована при изучении артикуляционно-акустической системы современного русского литературного языка. Например, артикуляционная характеристика системы вокализма предполагает следующие артикуляционные признаки:

1) характеристика гласных звуков по степени подъёма, т.е. по положению языка по отношению к нёбу различают гласные верхнего подъёма [и, ы, у], среднего подъёма [э, о] и нижнего подъёма [а];

2) характеристика гласных звуков по ряду, т.е. по горизонтальному положению языка, в русском языке различаются гласные переднего ряда [и, э], среднего ряда [ы, а], заднего ряда [у, о];

3) характеристика гласных звуков по наличию/отсутствию лабиализации, в русском языке различают лабиализованные гласные [у, о] и нелабиализованные гласные [а, э, ы, и];

4) характеристика гласных звуков по отношению к ударению, в русском языке выделяются гласные полного образования [а, о, э, и, у, ы] и редуцированные [Λ, ъ, ь, иэ].

Таким образом, предложенная информация на занятиях по «Фонетике» современного русского литературного языка будет способствовать образному, зрительному восприятию учебного материала.

При изучении лексической системы современного русского литературного языка информационно-технические средства могут быть использованы при знакомстве с терминологическим аппаратом. В ходе занятий по разделу «Лексикология» студент должен овладеть определенным запасом довольно сложных лингвистических терминов, уметь профессионально квалифицировать языковые факты, формировать лингвистическое чутьё. Терминологический словарь составляет теоретическую основу изучаемой дисциплины, включает в себя словарные статьи по наиболее частотным терминам с дефинициями по теме «Лексикология. Фразеология. Лексикография», встречающимся в вузовских учебниках лингвистического цикла, лекционных курсах, на практических и семинарских занятиях, при изучении студентами курса сравнительной лексикологии и в школьной практике, при чтении периодических изданий не только популярных, но и академического типа. Помимо толкования терминов в терминологическом словаре приводятся

примеры из ряда языков, особенно из истории развития русского языка, в его литературном варианте, просторечии и диалектах. Особенностью данного словаря является то, что он многофункционален (перевод терминов на изучаемые языки предваряется этимологическими сведениями). Например, в словарной статье «основные признаки слова (по теории А.И. Смирницкого)» представлены фонетические, лексико-грамматические и лексико-семантические признаки слова. В свою очередь, к фонетическим признакам слова относятся следующие особенности слова: 1) цельность и единооформленность, 2) фонетическая оформленность, 3) недвуударность, 4) непроницаемость, 5) постоянство звучания и значения. Лексико-грамматическим признакам слова включают такие свойства слова, как 1) изолируемость, 2) цельность и единооформленность, 3) лексико-грамматическая отнесенность. К лексико-семантическим признакам относят 1) фразеологичность, 2) номинативность, 3) воспроизводимость, 4) семантическая валентность.

Все указанные признаки в терминологическом словаре представляют собой семантическое пространство, которое студент должен рассмотреть в течение определенного периода времени и использовать данную информацию на практических и семинарских занятиях. Более того, терминологический словарь содержит порядок и образец лексических, фразеологических и лексикографических анализов, используемых студентами при выполнении лабораторных работ.

Технические средства также успешно находят применение при составлении словарей разного типа. Например, по теме «Лексикография» важно учитывать следующие этапы работы: 1) предмет, объект, задачи изучаемой проблемы, 2) словарь, структура словаря, 3) понятие словарной статьи, структура словарной статьи, 4) функции словарей, 5) типология словарей, 6) лексикографический анализ слова. Интерактивная доска даёт возможность представить исследовательскую работу в целом и затем поэтапно рассматривать каждый отдельный информационный блок. Особенно этот вид деятельности характерен при анализе схемы комплексного лексикографического анализа, включающего следующие виды деятельности: 1) дать полное название словаря, 2) указать, выходные данные (авторы, год издания, место издания, издательство), 3) определить объект описания, 4) охарактеризовать структуру словарных статей и их содержание, 5) определить принцип построения словаря, 6) определить структуру словаря, 7) определить, на кого рассчитан словарь, 8) охарактеризовать объём словаря и специфику его оформления: таблицы, схемы, карты, иллюстрации, фото ит.п., 9) описать словарную статью.

Более того, интерактивная доска позволяет демонстрировать слайды и видео, рисовать и чертить различные схемы, вносить любые изменения и сохранять их в виде компьютерных файлов для дальнейшего редактирования.

Примером успешной реализации ИКТ в современном учебном процессе стало появление Интернета – всемирной компьютерной передачи с ее практически неограниченными возможностями сбора и хранения информации, передачи ее индивидуально каждому пользователю. Технология Интернет как среда коммуникации является посредником во включении студента в сетевые структуры, на основе которого он получает возможность эффективно использовать информацию, предоставляя ее заинтересованным людям в кратчайшие сроки.

Итак, можно надеяться, что намеченные пути динамического описания технических приложений лингвистики будут способствовать совершенствованию информационно-коммуникативных технологий в преподавании дисциплин лингвистического цикла. Совершенно очевидно, эффективность обучения может быть значительно повышена с помощью ИКТ, применяемых в различных оптимальных для данных занятий сочетаниях с другими средствами обучения.

Мансурова С.Е., Попова Е.А.
Россия, Санкт-Петербург, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный», Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА МОТИВАЦИЮ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОПЫТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ

Введение

Под информационными технологиями обучения понимается процесс подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которого является компьютерная техника и программные средства [3]. Принято считать, что такие технологии способны облегчить обучение студентов и школьников за счет воздействия на все формы восприятия людьми информации [1,2]. При наличии у обучающегося мотива достижения успеха в обучении, это способно ускорить и облегчить процесс получения знаний. Часто благодаря этому внедрение информационных технологий в обучение воспринимается как возможность повысить качество среднего и высшего образования.

В данной статье рассмотрен практический опыт чтения лекций по математике с использованием мультимедиа слайдов, влияние такого способа чтения лекций на качество обучения, мнения студентов и преподавателей о них и некоторые сложности, возникающие при их использовании.

1. Мотивация к обучению

Мотивы [4] (*психол.*) – то, что побуждает деятельность человека, ради чего она совершается. Успех в любой деятельности зависит не только от способностей, навыков, знаний, но и от наличия мотивов его достижения.

Для того, чтобы студент успешно изучал какой-либо предмет, он должен иметь соответствующие мотивы. Проведя опрос среди студентов младших курсов Санкт-Петербургского горного университета, на вопрос «Зачем (почему) Вы учитесь?», мы получили ответы, которые примерно можно разделить на следующие группы:

1. Для получения хорошей специальности (примерно 55%);
2. Для получения диплома (примерно 30%);
3. Не знаю, по настоянию родителей, чтобы не идти в армию и т.д. (примерно 15%).

Таким образом, почти половина студентов (вторая и третья группы) слабо мотивирована на получение знаний, но и студенты из первой группы могут считать не нужным для себя изучение отдельных предметов. Они, безусловно, будут хорошо и осознано учиться на старших курсах, когда главное внимание будет уделяться специальным предметам, необходимым для их профессии. На младших же курсах большую часть учебного плана составляют «общие» предметы, такие как математика, физика, механика, начертательная геометрия, иностранный язык, история, философия. Эти предметы многим студентам кажутся скучными и лишними, не нужными.

Наиболее трудным этапом обучения в ВУЗе являются именно младшие курсы. На первом курсе студент попадает в новую для себя среду, оказывается в новом коллективе, зачастую далеко от дома. Сильно изменяется по сравнению со школьным формат подачи материала, его объем и сложность. Резко уменьшается количество проверок полученных знаний, большое значение приобретает самостоятельное обучение. При этом становится особенно важно, чтобы студент имел мотивацию к изучению предмета.

Все виды мотивации изучения какого-либо отдельного предмета можно приблизительно свести к трем основным группам:

1. Интерес – мне интересен данный предмет.
2. Польза – я изучаю данный предмет, потому что он необходим для дальнейшего обучения и/или для успешной карьеры (жизни).
3. Необходимость – я изучаю данный предмет, так как иначе не смогу сдать экзамен (зачет) по этому предмету.

При проведении опроса студентам было предложено ответить на вопрос «Что заставляет меня изучать данный предмет?». Среди предметов мы выбрали математику, иностранный язык и историю. Студентам предлагалось по десятибалльной шкале оценить вклад в их личную мотивацию трех указанных выше типов. Всего было опрошено 250 студентов 1, 2 и 3 курса. На рисунке 1 приводится усредненная диаграмма результатов этого опроса.

Из рисунка видно, что наиболее значимым аргументом для опрошенных студентов является необходимость «сдавать» данный предмет. Для усиления этого аспекта достаточно увеличить строгость преподавателей при проверке знаний студентов. Негативным моментом при этом оказывается наличие у студентов современных средств связи, передачи и копирования информации, из-за чего становится труднее предупредить списывание.

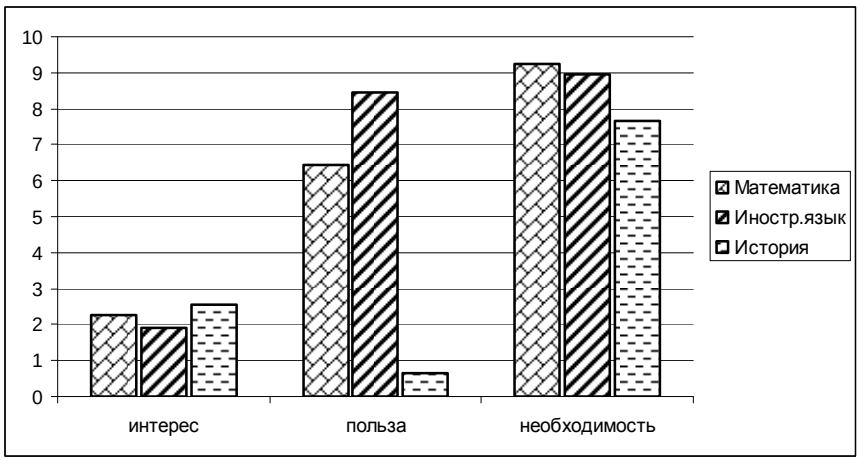


Рис. 1. Результат опроса студентов о значении различных типов мотивации

На втором месте среди ответов стоит «польза» данного предмета для дальнейшего обучения или дальнейшей жизни. Достаточно сложной задачей является усиление этой составляющей для таких основополагающих (в технических ВУЗах) предметов, как физика и математика – сложно наглядно и аргументировано показать студентам необходимость обладания какими-то знаниями при

изучении специальных предметов, если эти предметы будут изучаться через 1-2 года после окончания курса математики. Существует методика обучения, когда перед учащимися ставится интересная для них задача технического плана (построить корабль, например, или вырастить клубнику величиной с яблоко). В процессе решения этой задачи они осознают необходимость получения определенных знаний и активно учатся [5]. Однако такая методика подходит лишь для экспериментальных школ и внешкольных занятий и вряд ли может быть применена к массовому обучению студентов и школьников.

Последнее место занимает «интерес» к предмету. Возможно ли с помощью более современной подачи материала усилить эту составляющую, как об этом пишут многие авторы?

2. Изменение интереса студентов к лекциям по математике при использовании слайдов

Пожалуй, самым распространенным способом применения информационных технологий в ВУЗе является использование мультимедиа презентаций (слайдов) на занятиях. Целесообразность применения слайдов при чтении лекций практически не подвергается сомнениям в настоящее время. Современность, возможность красиво отобразить материал, использовать анимацию, видео- и аудиовставки – это главные аргументы в пользу использования мультимедиа презентации при ведении занятий.

Нам представляется, что мультимедиа слайды могут значительно украсить лекции по гуманитарным предметам: истории, литературе, философии. Эти лекции на 90 или даже 100% состоит из рассказа преподавателя. Такой рассказ легко проиллюстрировать картинами, фотографиями, видеофрагментами или музыкой. На физике, химии, механике можно показывать видео-опыты, недоступные студентам в реальности из-за их сложности, работу механизмов, трехмерные модели молекул и т.д. – то, что ранее было невозможно показать большой аудитории.

В отличие от физики или истории, математика имеет дело с абстрактными величинами и понятиями, причем анимировать или сопроводить «картинками» можно далеко не каждый раздел или формулу. Главная сложность изучения математики заключается в умении оперировать алгебраическими выражениями и логическими построениями. Многие студенты, имеющие недостаточно качественную школьную подготовку, не успевают понять связь между производимыми действиями, математика становится непонятной и, как следствие, скучной. Замена доски на слайд вряд ли может что-либо изменить в этой ситуации, скорее наоборот. Слайд должен быть подготовлен заранее, в него уже заложен весь ход лекции, и в случае какого-либо непонимания или дополнительных вопросов студентов преподавателю приходится прерывать презентацию и брать в руки мел – возвращаться к традиционной форме лекции. При этом ритм лекции прерывается, нарушается ее структура и снижается ее качество.

Использование цветных рисунков, текста, рамочек придает лекции наглядность, но редко копируется в студенческих конспектах – они остаются по-прежнему одноцветными, а значит менее информативными, чем можно было рассчитывать.

Попытка оформления окончания доказательств теорем или появления важных формул с помощью музыкальных фрагментов была признана нами неудачной, негативно оценена студентами и в дальнейшем не повторялась.

Пожалуй, наиболее успешными оказались попытки проиллюстрировать некоторые разделы с помощью мультфильмов и видеороликов, посвященных, например, построению эллипса или астроиды [6] (рисунок 2). Такие вставки действительно вызывают интерес студентов, однако длятся они всего по нескольку минут и возвращение обратно к «скучным формулам» этот интерес снова гасит. Да и не каждая тема математики допускает подобное иллюстрирование.

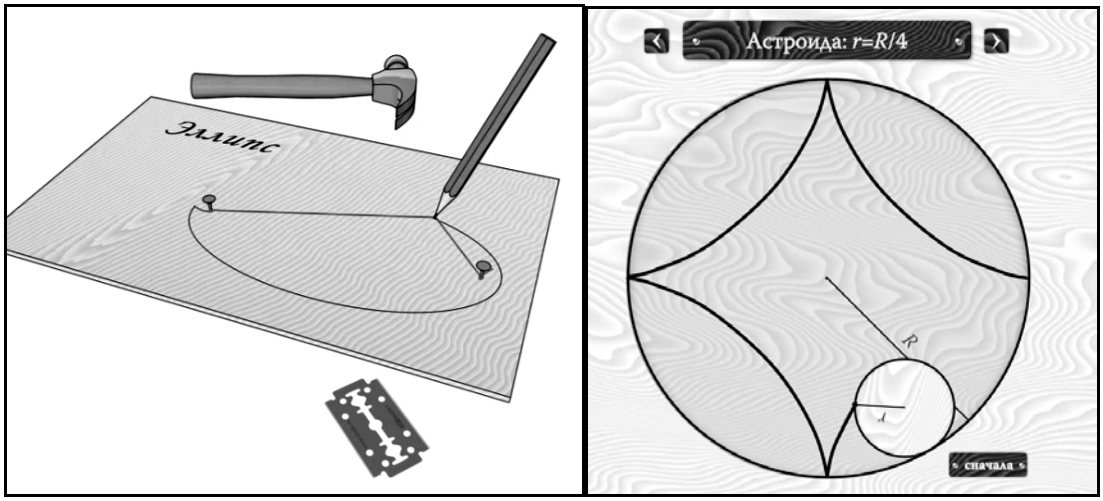


Рис. 2. Иллюстрация лекции по математике с помощью видеофрагментов

Таким образом, если по некоторым предметам использование мультимедиа слайдов может существенно усилить занимательность лекции, ее наглядность и качество, то к лекциям по математике это относится в незначительной степени. Более того, опыт показал, что при замене доски на слайды на лекциях по математике, уровень знаний студентов по данному предмету в целом снижается. Попробуем найти причины этого явления.

3. Проблемы восприятия студентами лекций по математике, прочитанных по слайдам

Лекция по математике принципиально отличается от лекций по любому другому предмету. Она на 70-90% состоит из формул и алгебраических преобразований, которые обязательно должны быть записаны – как преподавателем на доске, так и студентом в своем конспекте. Именно так, сначала повторяя чужие выводы за преподавателем на лекции, потом самостоятельно на экзамене (зачете), студент овладевает необходимыми навыками математических преобразований и логики. Простое наблюдение, даже очень внимательное, за действиями преподавателя, обычно не приносит успеха – студент самостоятельно не может повторить цепочку математических действий. Исключения есть, но они очень редки. Это связано с тем, что кроме *понимания* того, что необходимо делать для получения результата, необходимо иметь и соответствующие *навыки*, которые достигаются только тренировкой. Аналогом может послужить обучение вождению автомобиля: вряд ли кто-нибудь научится водить, только наблюдая за действиями инструктора и не выполняя эти действия лично.

Что изменится, если доску заменить на экран, а надпись мелом от руки – изображением на слайде? Буквы станут ровнее, формулы крупнее, рисунки и графики ярче. Но, записывая лекцию к себе в конспект, студент будет писать по-прежнему, тем же почерком, с той же аккуратностью (или неаккуратностью), скорее всего не используя цветные карандаши или маркеры.

Особенно интересна ситуация с рисунками. По нашим наблюдениям, рисунки в студенческих конспектах, перерисованные с доски, оказывались гораздо лучше и качественнее, чем списанные со слайда. Попытка показывать рисунок на слайде не целиком, а частями, с объяснение, что и как рисовать, принципиально ситуацию не изменила. Похоже, тут дело в психологической установке: то, что рисует при мне преподаватель, я могу повторить (не хуже!), а то, что изображено на слайде – повторить нереально, как картину художника. Тогда ни к чему и стараться.

Этот термин «Стараться ни к чему» и является объяснением частых неудач, сопровождающий лекции по слайдам. Зачем писать конспект, если можно попросить у преподавателя электронный вариант его лекций? Зачем учить, если все есть в интернете и можно посмотреть в любой момент? Зачем решать примеры, если есть специальные программы?

Многие не понимают, что учеба – это работа, зачастую сложная, требующая от человека внутренней дисциплины и умения себя «заставить». При традиционном чтении лекций студент видит работу преподавателя, его знания, и готов трудиться сам. При чтении лекций с помощью слайдов львиная доля работы преподавателя (по составлению этих слайдов) остается вне внимания студентов, они видят человека, который «нажимает на кнопочки», материал появляется сам собой, уверенность в знаниях преподавателя снижается. Ведь можно взять чужой мультимедиа курс лекций и показать его студентам. Где работа, где знания преподавателя? И, как следствие, студенты оказываются менее готовы учиться сами и преодолевать связанные с этим трудности.

Интересно, что мнение студентов относительно традиционного и «современного» чтения лекций тоже неоднозначно. В описанном выше опросе студентам было также предложено из двух фраз отметить ту, которая больше соответствует их мнению: «Я предпочитаю, чтобы лекция читалась с использованием слайдов» или «Я предпочитаю, чтобы лекция читалась с использование доски и мела». Некоторые студенты отметили оба этих предложения. Результаты опроса приведены на рисунке 3 (в процентном соотношении). Видно, что среди студентов 2-3 курсов мнения разделились почти поровну, тогда как первокурсникам больше импонируют лекции с использование слайдов.

4. Некоторые сложности, встречающиеся при чтении лекций по слайдам

Опыт чтения лекций по мультимедиа слайдам и подготовки таких слайдов заставляет нас сделать еще несколько замечаний, обычно не принимаемых во внимание теми, кто рекомендует повсеместное внедрение слайдов в учебный процесс.

Во-первых, создание мультимедиа презентаций – трудоемкий процесс, существенно увеличивающий время на подготовку к лекции. Он требует наличия навыков работы со специальными программами (типа Power Point), свободного владения материалом курса, умением наглядно и ярко скомпоновать материал. Далеко не всегда первый «образец» слайда оказывается удачным, а для одной лекции необходимо приготовить порядка 15-30 слайдов, желательно динамических, с постепенным появлением материала. У нас практически уходило от 6 до 12 часов непрерывной работы при подготовке слайдов для одной (!) лекции, и это при наличии как опыта чтения лекций и пошагово разработанного плана каждой лекции, так и опыта работы с соответствующими программами.

Кроме того, каждая лекция должна быть создана или адаптирована под конкретного преподавателя и под конкретную студенческую группу или поток, причем один и тот же материал иногда приходится подавать совершенно иначе для различных групп (в зависимости от их подготовки,

специализации и дальнейших целей обучения). Это приводит к тому, что нельзя «один раз на всю жизнь» приготовить слайды и дальнейшем ими пользоваться, их приходится изменять каждый год или даже несколько раз в год.

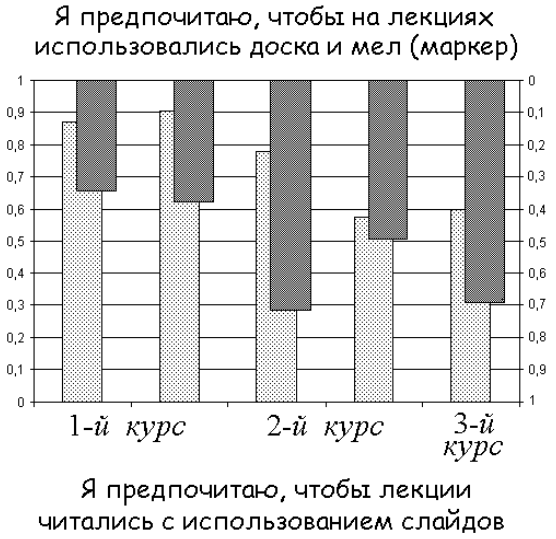


Рис. 3. Отношение студентов к традиционному и мультимедийному способу чтения лекций

Несмотря на полностью выведенный на слайдах материал, время на подготовку к мультимедийной лекции будет вряд ли меньше обычного времени подготовки к лекции традиционной, так как при использовании динамических слайдов, на которых материал появляется постепенно, необходимо четко помнить последовательность выводимой информации. В противном случае преподаватель будет путаться, извиняться за несвоевременно произнесенное вступление и выглядеть в глазах студентов не очень квалифицированным. Что, опять-таки, приведет к резкому снижению уровня их знаний.

При этом существует очень большой риск снижения профессионализма преподавателей. Сейчас, получив новый для себя курс, преподаватель читает литературу (чаще всего несколько изданий), выбирает наиболее подходящие разделы и стиль изложения – готовит свой конспект лекций. Но если подготовлен электронный конспект, вся предварительная работа становится излишней. Молодой преподаватель может пойти в аудиторию, запустить слайды и читать лекцию, вообще к ней не готовясь – ведь вся информация изложена на слайдах, остается только ее комментировать. Даже при очень добросовестном подходе (электронный конспект выучен наизусть), отсутствие работы по составлению своего конспекта, чтению литературы, выбору материала, отбрасыванию лишнего приведет, на наш взгляд, к существенному снижению уровня профессионализма данного преподавателя. Дальше это приведет к обязательному снижению уровня знаний студентов, некоторые из которых в дальнейшем тоже станут преподавателями...

Заключение

Современное образование, особенно российское, имеет много проблем. Часть из них вряд ли будет решена в ближайшем будущем. Часть связана с изменениями, происходящими в нашем обществе и в мире в целом. Всем хочется, чтобы эти проблемы были преодолены, найдены пути решения, открыты «беспроигрышные» образовательные и воспитательные методики. На пути к этим методикам будет совершено много ошибок. Внедряя что-то новое, нужно обращать внимание и на проблемы, которые оно за собой влечет.

Внедрение информационных технологий в образование, имеющее целью модернизировать образовательный процесс и решить ряд его задач, поставило ВУЗы, общество, преподавателей и учащихся перед новыми трудностями. Мы считаем, что, во-первых, эти трудности нужно больше обсуждать, чтобы все заинтересованные стороны о них знали, и, во-вторых, пока эти трудности не преодолены, не спешить полностью отказываться от традиционных методик обучения.

Доступ к интернету, мультимедийное оснащение аудиторий, использование интерактивных досок и других технических средств должны усиливать традиционное обучение, а не заменять худшим образом его.

Мы убеждены, что при чтении лекций по техническим и естественнонаучным дисциплинам неправильно полностью отказываться от использования доски с мелом или ее аналогов. Особенно учитывая, что разработка хороших мультимедиа презентаций – сложная профессиональная задача, требующая не только знания предмета, но и близкого знакомства со специальным программным обеспечением.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданова Л.С. Применение презентации MS POWER POINT в чтении курса лекций по теме "Электромагнитное поле" по дисциплине "Электротехника и электроника" // Материалы международной научно-технической конференции "Информационные технологии в науке, образовании и производстве", 2011, URL:http://science-bsea.bgita.ru/
2. Вакулюк В.М., Семенова Н.Г. Использование мультимедиа технологий в лекционном курсе // Новые технологии в образовательном процессе, 2004, № 2, стр. 95-97.
3. Гузеев В.В. Создание и использование тестирующей программы для проверки знаний студентов // Открытое образование, 2003, № 5, стр. 10-14
4. БСЭ [сайт] URL: http://www.mediaedu.ru/modules.php?name=Pages&go=page&pid=18
5. Ланцберг В.И. Концепция школы саморазвития // Частная школа, 1997, № 3, стр. 13-25; №4, стр. 14-25.
6. Андреев Н.Н. “Математические этюды” – новая форма традиции” // УМН, 64:4(388) (2009). С. 205–206; [сайт] URL: http://www.etudes.ru.

Михайлова А.С.
Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

ТЕЗАУРУС ТЕКСТОВОЙ ИНФОРАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭТАПОВ МЕТОДА ЕГО ПОСТРОЕНИЯ

Текстовая информация - способ кодирования речи человека специальными символами - буквами, причем разные народы имеют разные языки и используют различные наборы букв для отображения речи.

Упорядоченный перечень терминов, в котором отражены семантические отношения между ними, называется тезаурусом. Каждому отношению приписывается явно указываемый тип. Наиболее часто в тезаурусах представляются следующие типы отношений:

- род – вид,
- целое – часть,
- процесс – подпроцесс,
- цель – средство (способ),
- класс – элемент,
- свойство – значение,
- синоним,
- ассоциация.

Моделью тезауруса служит семантическая сеть. В электронном тезаурусе отношения реализуются гиперссылками, позволяющими осуществлять навигацию по понятийной сети, переходя от термина к термину. При этом, в отличие от обычных гиперссылок, пользователю доступна информация о том, в каких смысловых отношениях находятся текущий и связанные с ним термины, к которым можно перейти. Данная особенность существенно упрощает ориентацию в семантическом пространстве терминов, представляющих рассматриваемую предметную область [1].

Применение тезаурусов является классическим методом в задачах информационного поиска и началось до применения автоматизированных систем в этой области. В информационной системе можно выделить три класса применение тезаурусов:

1 класс: Самостоятельный информационный ресурс.

2 класс: Инструментом для классификации ресурсов.

3 класс: Инструмент для индексации ресурсов.

За последние годы было предпринято много успешных попыток частично автоматизировать процесс построения тезауруса. К недостаткам существующих методов можно отнести следующее:

1. Значительные временные затраты.
2. Ограничение применения тезауруса, в основном для индексации и классификации ресурсов.
3. Использование интуитивных методов исследования при формировании тезауруса.
4. Установление связей между понятиями производится вручную и единожды одним экспертом.
5. Различие мнений нескольких экспертов, одного эксперта по всем предметным областям не существует.
6. Невозможность одновременной многопользовательской работы с системой.

Условно методы построения тезаурусов можно разделить на 2 этапа:

1. Выделение из текстовой информации терминов и построение семантической сети.
2. Дополнение семантической сети до тезауруса, т.е. наличие типов отношений между терминами и определения у каждого термина.

Исходя из этого сформирована следующая классификация этапов метода построения тезаурусов:

I класс: оба этапа построения тезауруса проводятся вручную;

II класс: первый этап построения тезауруса, а именно, выделение из текстовой информации терминов и построение семантической сети, проделывается вручную, второй этап - переход от семантической сети к тезаурусу - осуществляется автоматизированным путем;

III класс: автоматизированным является первый этап построения тезауруса, второй - проделывается вручную;

IV класс: оба этапа построения тезауруса являются автоматизированными.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башмаков, А. И., Башмаков, И. А. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем [Текст] / А. И. Башмаков, И. А. Башмаков. - М. : Филинъ, 2002.

Морозова А.В.
Россия, Орел, Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЕ НА МЕЖРЕГИОНАЛЬНОМ РЫНКЕ ТРУДА

Разработка модели оценивания качества подготовки специалиста в соответствии с ФГОС нового поколения, требующей реализации схемы: ОЦЕНКА УСВОЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИДАКТИЧЕСКИХ ЕДИНИЦ → ОЦЕНКА УСВОЕНИЯ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН → ОЦЕНКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ КОМПЕТЕНЦИИ → ОЦЕНКА УРОВНЯ СФОРМИРОВАННОСТИ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОМПЕТЕНТНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА, позволяет оценить как уровень каждой компетенции выпускника профессиональной школы в соответствии с ООП направления подготовки, уровень сформированности социально-профессиональных компетентностных кластеров, так и провести сравнительное оценивание уровня социально-профессиональной конкурентоспособности специалистов на межрегиональном рынке труда [1]. Такая модель основывается на формализации информационных пространств, определенных федеральными государственными образовательными стандартами нового поколения, путем построения аксиоматического базиса квалиметрической многомерной модели социально-профессиональной компетентности специалиста [3].

Переход к кластеризации компетенций специалиста осуществляется с учетом компетентностной модели системы европейских стандартов инженерного образования и требований европейской системы аккредитации инженерных программ EUR-ACE. Сравнительное оценивание уровня сформированности социально-профессиональной конкурентоспособности молодых специалистов на межрегиональном рынке труда основывается на разработанной автором модели оценивания приведенных показателей профессиональной компетентности молодых специалистов получивших образование одинакового профиля в разных вузах [4].

Пусть p-й объект обладает множеством знаний, полученных в результате освоения системы дидактических единиц D_i, $i=\overline{1:n}$, и отображается в n-мерном информационном пространстве N точкой $N_p\left(q_{p1};q_{p2};\dots q_{pr};\dots;q_{pn}\right)$; совокупный уровень освоения учебной дисциплины A_j, $j=\overline{1:m}$, определяется подмножеством дидактических единиц $D_{jg}\subset\{D_i\}$, $i=\overline{1:n}$, $g=\overline{1:t}$, и матрица соответствия устанавливает, что компетенция B_k, $k=\overline{1:l}$, формируется при реализации подмножества образовательных курсов учебных дисциплин. Принципиально важным является тот факт, что любая дисциплина A_j оказывает различное влияние на каждую компетенцию B_k, в формировании которой она участвует.

Пусть p-й объект имеет уровни сформированности компетенций $B_1,B_2,\dots,B_k,\dots,B_l$, характеризуемые показателями $H_{p1},H_{p2},\dots,H_{pk},\dots,H_{pl}$. Кроме того, в рамках ООП направления подготовки специалиста задается система пороговых $H_k^{\min}$, продвинутых H_k^v и высоких H_k^w уровней их сформированности, где $k=\overline{1:l}$, что, в целом, позволяет сформировать полную компетенциограмму специалиста. Сравнительный анализ компетентностной модели специалиста, построенной в рамках ФГОС ВПО направлений подготовки специалистов технического профиля, и компетентностной модели системы европейских стандартов инженерного образования, а также требований европейской системы аккредитации инженерных программ EUR-ACE позволяет сделать вывод о целесообразности формирования вторичной группировки компетенций в систему компетентностных кластеров K_1,K_2,K_3,K_4,K_5,K_6 «Знания и понимание», «Инженерный анализ», «Инженерное проектирование», «Инженерная практика», «Исследования» и «Личностные навыки».

Если в формировании компетентностного кластера K_i, где участвует подмножество компетенций $B_{k'}$, $k' = \overline{1:l'}$, то для p-го объекта можно рассчитать уровень сформированности T_{pi} компетентностного кластера K_i.

Если учесть, что для уровня сформированности T_{pi} компетентностного кластера K_i установлен пороговый уровень $T_i^{\min}$, продвинутый уровень T_i^v и высокий уровень T_i^w, то можно ввести условный ранг уровневой компетентностной кластеризации t_{pk} в виде:

$$u_{pi} = \begin{cases} 0, & если \quad 0 \le T_{pi} \prec T_i^{\min}; \\ 1, & если\, T_i^{\min} \le T_{pi} \prec T_i^v; \\ 2, & если\, T_i^v \le T_{pi} \prec T_i^w; \\ 3, & если \quad T_i^w \le T_{pi} \le 1; \end{cases} \quad (1)$$

Если рассматривать все множество компетентностных кластеров K_i, $i = 1, ..., 6$, то для ее геометрической интерпретации целесообразно использовать плоскостную модель в форме лепестковой диаграммы, которую можно интерпретировать как «кластерная компетенциограмма».

Кроме того, такая кластерная компетенциограмма специалиста позволяет решить и вопрос о нахождении обобщенного параметра Z_p, характеризующего индивидуальный уровень сформированности профессиональной компетентности, которым обладает p-й объект в условиях вуза. Так как на формирование компетентности специалиста Z_p оказывают влияние все множество компетентностных кластеров K_i, $i = 1, ..., 6$, то для p-го объекта индивидуальный уровень сформированности Z_p профессиональной компетентности специалиста можно охарактеризовать несколькими методами:

– по уровню достижения максимального значения среди всех имеющихся индивидуальных уровней сформированности компетентностных кластеров K_i, $i = 1, ..., 6$, т.е.:

$$Z_p = \max\left\{T_i; \quad i = \overline{1:6}\right\} \quad (2)$$

– по уровню достижения минимального значения среди всех имеющихся индивидуальных уровней сформированности компетентностных кластеров K_i, $i = 1, ..., 6$, т.е.:

$$Z_p = \min\left\{T_i; \quad i = \overline{1:6}\right\} \quad (3)$$

– по уровню достижения среднего значения среди всех имеющихся индивидуальных уровней сформированности компетентностных кластеров K_i, $i = 1, ..., 6$, т.е.:

$$Z_p = \frac{\sum_{i=1}^{6} T_i}{6} \quad (4)$$

Таким образом, решается вопрос об определении функциональной зависимости между уровнем сформированности профессиональной компетентности Z_p, которым обладает p-й объект, и совокупным количеством его знаний по учебным дисциплинам Y_p в виде $Z_p = \Phi(Y_p)$ посредством кластеризованной совокупности K_i, $i = 1, ..., 6$.

Проведенный анализ показывает, что индивидуальный уровень сформированности профессиональной компетентности Z_p, которым обладает p-й объект, и который рассчитывается по формуле (4), отражает компетентностные характеристики p-го объекта без учета факторов влияния внешней среды близкодействия, т.е. специфики влияния внутреннего социокультурного поля вуза. Если сравниваются между собой объекты, принадлежащие к одной социокультурной группе (например, выпускники, освоившие ООП одного направления подготовки специалистов в рамках одного вуза), то показатель Z_p позволит провести сравнительный анализ и кластерных

компетенциограмм специалистов, и уровня сформированности социально-профессиональной конкурентоспособности выпускников в рамках одного вуза. Поэтому показатель Z_p можно еще характеризовать и как внутривузовский.

Если же сравниваются между собой объекты, в отношении которых процесс профессиональной социализации реализовывался в разных социокультурных пространствах (например, выпускники, освоившие ФГОС ВПО одного направления подготовки специалистов, но окончившие разные вузы), то показатель Z_p следует скорректировать (с учетом основных показателей, характеризующих результативность деятельности образовательного учреждения) коэффициентом ранговой конкурентоспособности вуза k_v. Таким образом, можно говорить о приведенном показателе профессиональной компетентности специалиста, который характеризует специалиста как субъекта межрегионального рынка труда [2]:

$$\tilde{Z}_p = k_v \cdot Z_p \quad (5)$$

С использованием показателей $T_{p1}, T_{p2}, ..., T_{p6}$, характеризующих для p-го объекта уровни сформированности компетентностных кластеров $K_1, K_2, ..., K_6$, можно также построить и приведенную кластерную компетенциограмму специалиста, в которой кластеры $K_1, K_2, ..., K_6$ характеризуются уже приведенными значениями $k_v \cdot T_{p1}$, $k_v \cdot T_{p2}, ...,$ $k_v \cdot T_{p6}$. Если учесть, что в этом случае вуз не меняет систему пороговых $T_i^{\min}$, продвинутых T_i^v и высоких T_i^w уровней сформированности компетентностных кластеров $K_1, K_2, ..., K_6$ (они устанавливаются для реализации ООП), то часть анализируемых объектов может «выйти из зоны благополучия», т.к. приведенное значение может удовлетворять условию: $k_v \cdot T_{p_i} \le T_i^{\min}$. При этом особое значение приобретает вопрос о методике определения коэффициента ранговой конкурентоспособности вуза k_v. Так как этот коэффициент отражает специфику формирования социокультурного поля вуза, в рамках которого реализуется конкретный ФГОС ВПО направления подготовки специалистов, то, по-нашему мнению, его целесообразно связать в рейтингом профильных вузов, формируемым Министерством образования и науки на основании данных мониторинга по форме 2НК [5]. При составлении такого рейтинга учитывается множество параметров: состав и качество профессорско-преподавательского состава, количество студентов разных форм обучения, наличие студентов из других стран, объем проведенных научных исследований, издательская деятельность, обеспечение студентов общежитиями и др. Подсчет итоговых результатов проводится с учетом филиалов вузов.

Пример. Пусть два молодых специалиста, субъекты рынка труда p_1 и p_2, системы компетенций которых характеризуются двумя различными видами кластерных компетенциограмм, получили образование в условиях двух различных вузов А (из региона X) и В (из региона Y), которые по итогам деятельности за θ год имеют коэффициенты ранговой конкурентоспособности вуза k_{v_1} и k_{v_2}. Тогда сравнительный анализ уровней сформированности социально-профессиональной компетентности двух молодых специалистов можно провести по следующей схеме:

– построение индивидуальных кластерных компетенциограмм молодых специалистов, субъектов рынка труда p_1 и p_2 (рисунок 1);

– расчет значений Z_{p_1} и Z_{p_2} внутривузовского индивидуального показателя уровня сформированности компетентности молодых специалистов; получим (при использовании данных примера):

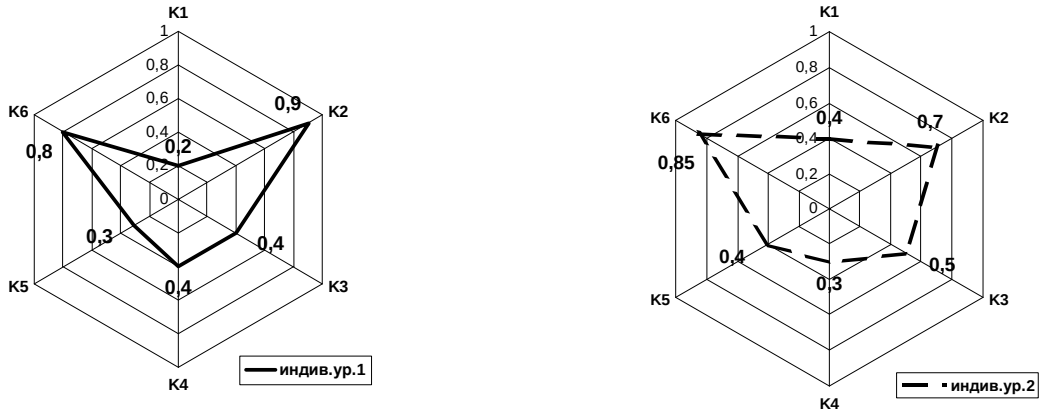
$$Z_{p_1} = 0{,}5 \text{ и } Z_{p_2} = 0{,}525; \quad (6)$$

– определение коэффициенты ранговой конкурентоспособности вуза k_{v_1} и k_{v_2} на основании справочных статистических данных [5]; пусть (данные за 2010 год для k_{v_1} – вуз А из региона X; для k_{v_2} – вуз В из региона Y):

$$k_{v1} = 0{,}77 \text{ и } k_{v2} = 0{,}55; \quad (7)$$

– построение приведенных кластерных компетенциограмм молодых специалистов с учетом коэффициентов ранговой конкурентоспособности вузов k_{v_1} и k_{v_2}, которые они окончили (рисунок 2);

(внимание – субъект p_1 вышел из «зоны благополучия» – по одному из кластеров значение уровня его компетентности ниже минимально допустимого, хотя в рамках ООП, реализуемой в данном вузе, он успешно окончил вуз и является дипломированным специалистов)

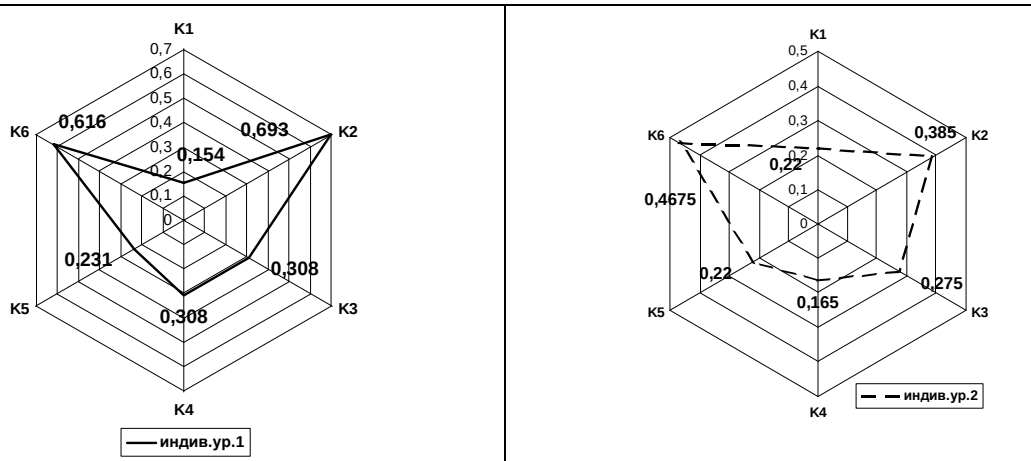


а) p_1-й субъект рынка труда б) p_2-й субъект рынка труда

Рис. 1. Индивидуальные кластерные компетенциограммы двух субъектов рынка труда

– расчет приведенных показателей профессиональной компетентности молодых специалистов $\tilde{Z}_{p_1}$ и $\tilde{Z}_{p_2}$ проводится по формуле (5) на основе приведенных значений $k_v \cdot T_{p1},\ k_v \cdot T_{p2}, ...,\ k_v \cdot T_{p6}$, характеризующих для p_1-го и p_2-го объектов уровни сформированности компетентностных кластеров $K_1, K_2, ..., K_6$:

$$\tilde{Z}_{p_1} = 0{,}30; \qquad \tilde{Z}_{p_2} = 0{,}16 \quad (8)$$



а) p_1-й субъект рынка труда б) p_2-й субъект рынка труда

Рис. 2. Приведенные кластерные компетенциограмы двух субъектов рынка труда

– построение сравнительной приведенной кластерной компетенциограмы молодых специалистов, что позволяет в отношении одного из них сделать вывод о приоритетности его уровня сформированности системы профессиональных компетенций при приеме на вакантное рабочее место (рисунок 3): (внимание – при приеме на работу приоритет следует отдать субъекту p_1, т.к. из (8) $\tilde{Z}_{p_2} \le \tilde{Z}_{p_1}$, хотя индивидуальные значения внутривузовского индивидуального показателя уровня сформированности компетентности молодых специалистов оставляли приоритет за субъектом p_2, т.к. из (6) $Z_{p_1} \le Z_{p_2}$).

Модель оценивания профессиональной компетенций специалиста является компонентом теоретико-методологического обеспечения процедуры оценивания социально-профессиональной конкурентоспособности молодых специалистов на межрегиональном рынке труда с применением автоматизированной системы «Кадровая квалиметрия специалиста».

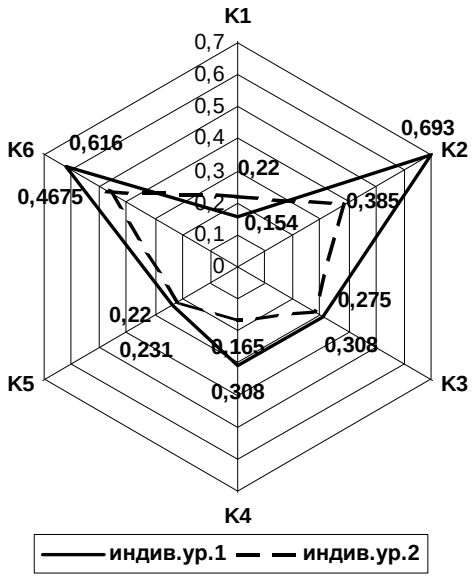


Рис. 3. Сравнительная приведенная кластерная компетенциограмы двух субъектов межрегионального рынка труда

Кроме того, предложенная модель может использоваться для процедуры оценивания качества подготовки специалистов при реализации ФГОС ВПО экономического, гуманитарного и др. профилей подготовки. В этом случае система кластеров будет формироваться, исходя из специфики профессиональной деятельности специалистов этих профилей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозова А.В. Квалиметрическая оценка уровня социально-профессиональной конкурентоспособности выпускников на региональном рынке труда [Текст] /А.В. Морозова // Известия Орел ГТУ. Серия Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2007. – №1/265(531). – С. 147–155.
2. Морозова А.В. Мультипликативная модель конкурентных преимуществ специалиста машиностроительного профиля [Текст] / А.В. Морозова // Известия ОрелГТУ. Серия Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии – 2008. – №2. – С. 62–66.
3. Киричек А.В. Аксиоматический базис квалиметрической многомерной модели социально-профессиональной компетентности молодого специалиста [Текст] /А.В. Киричек, А.В. Морозова // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Том 13. – 2011. – №4(4). – С. 1232–1235.
4. Морозова А.В. Методологические основы формирования модели квалиметрического оценивания компетенций специалиста для машиностроительного производства // Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии. – 2012. – №1(291). – С.69–81.
5. Рейтинг технических вузов 2011 года Министерства образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс]. – http://e-educ.ru/234-novyy-reyting-ministerstva-obrazovaniya-i-nauki-rossiyskoy-federacii.html

Никонорова М.Л., Пичугин Ю.А., Карелина Н.Р.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ

В настоящее время создание интерактивных ресурсов со сложным алгоритмическим содержанием, в которых используются системы компьютерной математики, очень ограничено. Flash-технологии, обеспечивающие высокий уровень анимации, интерактивности и информативности, требуют значительных затрат времени и сил программистов высокой квалификации.

В основу компьютерных методов обучения на кафедре анатомии человека положено развитие исследовательской и творческой деятельности студентов, системного мышления, а также получение и закрепление знаний и умений по дисциплинам анатомия человека и информатика. Тематическому планированию практических занятий по анатомии человека соответствует тематический план занятий на основе компьютерных технологий обучения. Элементы теоретического и практического содержания по анатомии человека дополнены компьютерными моделями в соответствии с программой, положенной в основу курса обучения анатомии человека.

Рассмотрим в качестве примера опыт проведения занятий по теме «Остеология». Ход проведения комплексного занятия показан в таблицах, размещенных ниже.

В таблице 1 дан развернутый тематический план практических занятий и самостоятельной работы студентов по анатомии человека.

Таблица 1

Ход проведения занятий (анатомия человека)

Название темы	**Формы работы**	**Этапы изучения**		
		Ресурсы	**практическое занятие**	**компьютерное тестирование (контроль)**
Остеология	индивид. в группах	• VOXEL-MAN: 3D Navigator: Inner Organs / The skeleton; • Анат. портал Primal Pictures: Systemic Anatomy / Skeletal System / Anatomical Language	Анатомическая терминология. Понятие об осях и плоскостях. Анатомия костей туловища, костей верхней и нижней конечностей.	по теме «Остеология»

Аналогично, в таблице 2 перечислены необходимые знания, умения и навыки для успешного освоения темы «Остеология» по информационным и компьютерным технологиям. Заданы пути нахождения визуальной анатомической информации в двух различных источниках: прикладного обучающего и научного программного обеспечения VOXEL-MAN 3D Navigator: Inner Organs [1] и Primal Pictures [2], анатомического портала, размещенного в сети интернет.

Таблица 2

Ход проведения занятий (информатика)

Название темы	**Формы работы / оборудование**	**Практическое занятие**		
		ресурсы	**Программное обеспечение информационно-коммуникационных технологий**	**результат / активность**
Остеология Компьютерные модели визуализации	индивид. в группах / сетевой класс, компьютер класса pentium IV	• VOXEL-MAN: 3D Navigator: Inner Organs / The skeleton • Анатом. портал Primal Pictures: Systemic Anatomy / Skeletal System / Anatomical Language	• Пользовательский интерфейс программы • Технология поиска информации по базе знаний терминологических анатомических терминов • Технология поиска информации по базам интерактивных и визуальных изображений в формате 3D. • *Моделирование анатомических структур* ⇨Компьютерная модель ◆Словесные модели ◆Структурные модели ◆Алгоритмические модели	доклад, презентация, реферат (участие в конференциях семинарах, заседаниях СНО) / оформление плакатов, таблиц, рисунков, схем, графов

Студенты приобретают и закрепляют знания и умения работы с текстовой и графической информацией, создают и исследуют компьютерные модели, совершенствуют навыки применения компьютерных инструментов в прикладных программах. При построении компьютерных моделей используются знания основных способов алгоритмизации и построения образно-знаковых компьютерных моделей. В результате, по окончании изучения темы, студенты обсуждают на семинарах оформленные плакаты, таблицы, схемы, графы или готовят доклад, презентацию, реферат по темам учебно-исследовательской работы и участвуют в конференциях и заседаниях морфологического студенческого научного общества.

Курс компьютерного моделирования является дополнительным (вспомогательным) образовательным модулем, основанным на программном комплексе VOXEL-MAN 3D Navigator, созданный институтом математики и информатики в медицине (Германия). Классические анатомические атласы не могут предоставить все возможные изображения анатомических структур и их подробное описание в трехмерном пространстве. VOXEL–MAN – это новый вид атласа, который создан с использованием улучшенных методов сегментации. Электронный атлас позволяет исследовать в режиме диалога трехмерную анатомическую модель, каждая структура которой описана и отмечена на экране монитора, что приближает нас к реальной анатомии. VOXEL-MAN помогает и улучшает понимание лучевых и секционных радиологических изображений. Атлас обеспечивает уникальный справочный материал не только для студентов медицинских ВУЗов, но и для профессионалов по всем медицинским дисциплинам, интересующихся анатомией и радиологией.

На кафедре анатомии человека в учебном процессе используются три анатомических атласа VOXEL-MAN 3D Navigator. «VOXEL–MAN 3D Navigator: Inner Organs» – цифровой анатомический, радиологический и топографический атлас с детальным описанием внутренних органов и структур (рисунок 1).

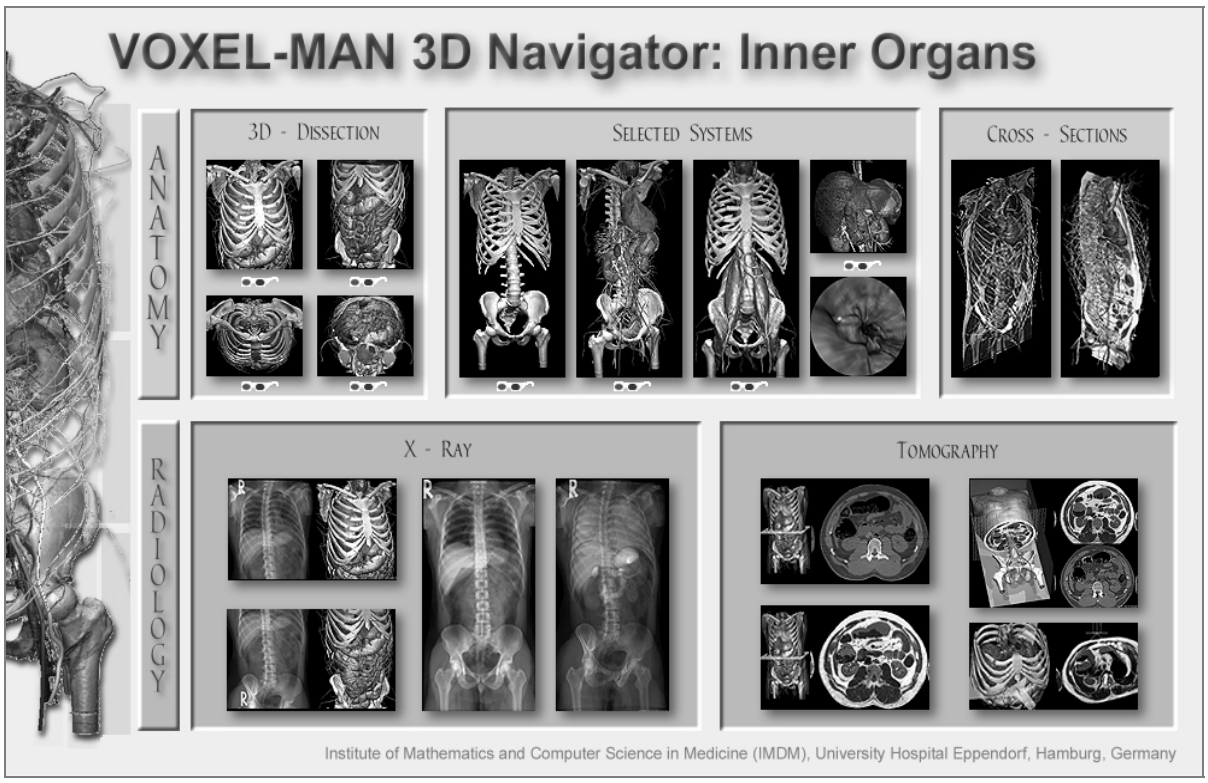


Рис. 1. Главная сцена VOXEL–MAN 3D Navigator: Inner Organs

Исходная база данных состоит из оригинального набора данных, состоящего из 1871 фотографических поперечных сечений с расстоянием сечений 1 мм, для моделей внутренних органов, расстояния между поперечными сечениями были меньше 1 мм. На основании 1049 сечений объемного изображения 573x330x1049 был составлен элемент объема «voxels» 1 mm^3, цвет которого передается с помощью модели RGB разной интенсивности. Поперечные сечения замороженного учебного материала получены с помощью ультразвукового исследования, компьютерной и ядерно-магнитно-резонансной томографии. Снимки множества сечений тела пациента характеризуют особенности его анатомии и физиологии, с чрезвычайной четкостью показывают различные органы. Математические методы позволяют реконструировать трехмерную структуру органов по множеству параллельных сечений. Трехмерный алгоритм визуализации объема включает в себя не только воксельные данные об объеме, но и данные о поверхностной структуре, отражении и пространственном разрешении. Анатомические объекты, смоделированные с поверхностными характеристиками, объединяются со стандартными объектами объема компьютерными графическими программами, программой визуализации [3]. Весь объем изображений сегментирован в 650 графических моделей – анатомических объектов. Полученную модель RGB можно представить в геометрической форме, которая в дальнейшем используется для математических вычислений. Созданные воксельные трехмерные объекты связаны с базой знаний, содержащей анатомическую терминологию.

Весь анатомический материал организован в сцену, каждая пиктограмма которой в интерактивном режиме показывает отдельный раздел анатомии. Сцены содержат ссылки, указывающие на базу знаний анатомической терминологии. Можно выбрать сцену, вариант просмотра, включить анатомический осмотр анатомических терминов по представленным внутренним структурам. Анатомическая терминология доступна на латинском, английском, и немецком языках.

VOXEL-MAN 3D Navigator: Brain and Skull [4] – региональная, функциональная и радиологическая анатомия по теме «Мозг и череп», введение в морфологию, функциональную анатомию и кровоснабжение мозга. Brain and Skull содержит более 250 трехмерных анатомических объектов (рисунок 2).

Череп, мозг с его элементами, функциональными областями и областями кровоснабжения можно исследовать в 36 интерактивных сценах. Главная сцена разделяется на два больших раздела: Череп и Мозг. Описание анатомии мозга и лица виртуального человека создано с помощью метода магнито-резонансной томографии и с использованием изображений компьютерно-магнитной томографии.

VOXEL-MAN 3D Navigator: Upper Limb (Arm and Hand) [5] – верхняя конечность – последнее дополнение к ряду интерактивных атласов анатомии и радиологии. Программа содержит виртуальную анатомическую компьютерную модель высокой разрешающей способности, которая была получена из поперечных частных сечений приблизительно 320 трехмерных анатомических

объектов руки, включая кости, мышцы, артерии и нервы, а также сухожилия и связки. Кости и мускулы на трехмерных графических изображениях были получены с использованием компьютерных методов визуализации объема. Нервы, кровеносные сосуды и сухожилия графически отредактированы на основе существующих фотографических изображений анатомических структур и полученных визуализированных поверхностей трехмерной графики.

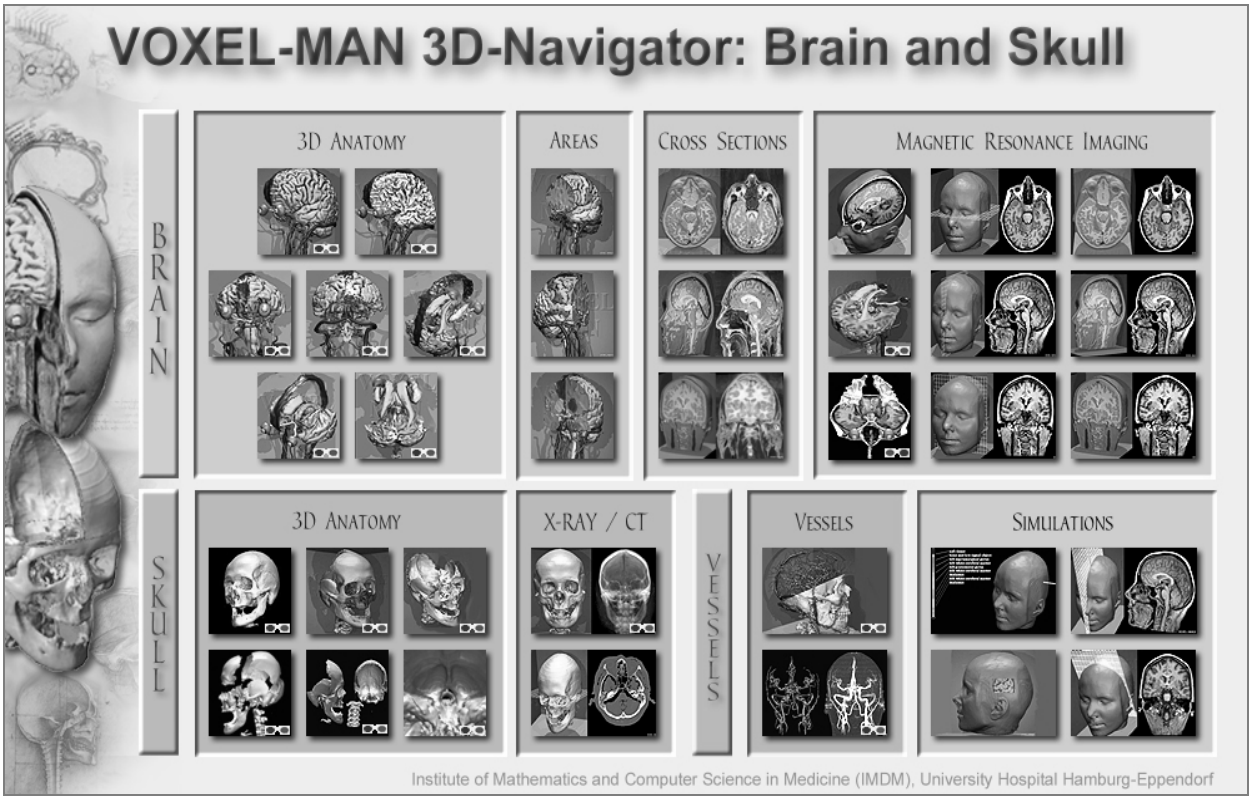


Рис. 2. Главная сцена VOXEL–MAN 3D Navigator: Brain and Skull

Активно применяются в учебном процессе возможности дистанционного обучения – так по отдельному IP-адресу компьютерный класс подключен к информационной библиотечной платформе Ovid Technologies, Inc. (Ovid). В состав Ovid входит Primal Pictures – наиболее полный, подробный и точный атлас анатомии человека. Интерактивный портал состоит из 20 учебных и методических модулей, охватывающих основные области анатомии человека. Каждый модуль содержит трехмерные модели, анимацию, слайды, в которых размещены клинические фотографии, flash–ролики функциональной анатомии объектов или морфологических структур. В отдельные модули включены видеоматериалы. Анатомический атлас имеет понятный интерфейс, удобную навигацию, поисковую систему по порталу, графические и текстовые документы. Все изображения векторной графики основаны на реальных снимках и описывают около 6500 анатомических структур. Изображения магнито-резонансной томографии вместе с трехмерными анатомическими объектами изображены в трех плоскостях: аксиальной (осевой), сагитальной и фронтальной. В учебном процессе используются постоянно два модуля: систематическая анатомия и функциональная анатомия. Компьютерные модули анатомического портала дополняют объяснения нового материала визуальными изображениями анатомических структур и включаются преподавателями кафедры в лекции по анатомии человека. Систематический редактор охватывает девять структурных тем изучения анатомии человека. Каждая тема сопровождается пояснительным текстом и точным клиническим изображением для углубленных анатомических исследований, так как позволяет отображать до 24 слоев анатомических структур в трехмерном пространстве.

Использование компьютерных атласов позволяет развить образное мышление и визуализировать те анатомические структуры и процессы, которые невозможно воспроизвести в реальных условиях. В процессе моделирования разрабатываются структурно-функциональные и имитационные модели. Структурно-функциональные модели описывают образ анатомического объекта или системы объектов, в виде компьютерных таблиц, блок-схем, графического (схематического) изображения и отображают структуру и взаимосвязи между элементами.

Имитационные модели воспроизводят (имитируют) процессы функционирования анатомического объекта или системы объектов (морфологической структуры) в виде графа или алгоритма. При построении моделей используют два принципа: дедуктивный и индуктивный. В первом случае рассматривается частный случай фундаментальной модели: при заданных предположениях известная модель приспосабливается к условиям моделируемого объекта.

Например, построение модели зрачкового рефлекса на основе известной схемы зрительных путей и схемы зрительных нервов. В качестве допустимого приближения принимается модель передачи электрохимических импульсов после раздражения сетчатки световыми волнами. Во втором случае предполагается выдвижение гипотез, моделирование с целью формирования каких-либо закономерностей поведения системы. Так, для объяснения пути проведения болевой и температурной чувствительности можно построить сетевой граф.

Формируются обобщенные знания и умения, которые помогают при последующем решении профессиональных вопросов в области практической медицины. Залогом успеха является сотрудничество преподавателя и студентов, проходящее по следующему алгоритму: Воспринять → Осмыслить → Запомнить → Применить → Проверить результат. Данная формула базируется на познавательной активности студентов, которая динамически развивается в процессе обучения. Введение модуля компьютерного обучения позволяет индивидуализировать образовательную программу, ее усвоение в зависимости от способностей и интересов, обеспечить интерактивный диалог и активизировать познавательную деятельность, которая способствует лучшему восприятию и запоминанию учебного материала с включением подсознательных реакций обучающихся, слуховой и эмоциональной памяти.

Есть много общего между навыками традиционного и компьютерного обучения, но есть и различия: для компьютерного обучения необходимы индивидуальные исследовательские навыки при поиске информации, просмотре информации (чтения), для записей по теме (основных мыслей) и ссылок (запись). При компьютерном обучении необходимо больше заниматься самостоятельно, нужно быть более независимым и уверенным в себе [7].

В традиционном обучении Преподаватель – главное лицо, он поддерживает в критические моменты, помогает избежать ошибок, объясняет ключевые проблемы в понимании темы, дает совет, принимает ответственность за обучение на себя, проектирует тематический план прохождения разделов дисциплин. Преподаватель в компьютерном обучении в большей степени является помощником, создает климат взаимной поддержки, может установить индивидуальные цели и задачи, контролирует, но ему труднее диагностировать индивидуальные проблемы и он меньше берет ответственности за обучение на себя. Очень часто индивидуальные проблемы обусловлены пробелами в базовых знаниях. При компьютерном обучении имеется возможность проверки знаний различными способами, например, ответы по теме, проверка знаний программного обеспечения, и даже оценка скорости ответа. Система оценки также может принимать различные формы, например, оценка результатов моделирования, электронное портфолио, которое является свидетельством достижений. При этом сама оценка становится доступна студенту, поэтому он всегда нацелен на повышение своей компетентности и становится более успешным.

В этом году были получены статистические оценки значимости результатов проведенного педагогического эксперимента. В основу эксперимента положена возможность сравнения усвоенного материала в экспериментальной и контрольной группе. В обеих группах занятия проводились по одним и тем же темам; количество часов, отводимых на освоение материала, было одинаковым. Разница была лишь в методе обучения. Обучение в экспериментальной группе основывалось на методах компьютерного имитационного моделирования реальных анатомических структур и реализации межпредметных связей с дисциплиной анатомия человека. При оценке эффективности был использован подход, основанный на теории проверки статистических гипотез, в частности, использовался метод анализа таблиц сопряженности, который сводится к статистическому критерию Пирсона. На однопроцентном уровне значимости была статистически доказана эффективность использования имитационного моделирования в процессе обучения студентов медицинских специальностей. Иными словами, осуществилась идея об интеграции обучения анатомии и информатики, но, все же, это лишь вспомогательное средство обучения, которое существенно дополняет традиционные формы обучения анатомии человека.

Компьютерные обучающие технологии являются основной движущей силой перемен, они позволяют совместно использовать информационные технологии, технологии коммуникации и возможности традиционного обучения. Компьютерное моделирование расширяет возможности и функции преподавателя, активизирует интерес к процессу обучения, улучшает его качество, так как повышается восприятие изучаемого материала, и добавляет новые технологии в дидактический процесс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. VOXEL–MAN 3D Navigator: Inner Organs. Regional, Systemic and Radiological Anatomy [Электронный ресурс]. – Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2003. –1 электрон. оптический диск (DVD).
2. Primal Pictures. URL:http://www.anatomy.tv, UK.
3. Vovel–Man. URL: http://www.voxel-man.de/3d-navigator, Germany.
4. VOXEL–MAN 3D Navigator: Brain and Skull. Regional, Functional and Radiological [Электронный ресурс]. – Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2001. –2 электрон. оптических диска (CD).
5. VOXEL–MAN 3D Navigator: Upper Limb (Arm and Hand). Regional and Radiological Anatomy [Электронный ресурс]. – Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 2008. –1 электрон. оптический диск (DVD).
6. Ovid Technologies, Inc. URL:http://ovidsp.ovid.com, UK.
7. Alan Clarke. e–Learning Skills. / Alan Clarke – London: PALGRAVE MACMILLAN, 2008. –333 С.

Радевская Н.С.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики

ФОРМИРОВАНИЕ ИКТ-КОМПЕТЕНЦИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

В последнее двадцатилетие многие развитые страны мира осуществляют реформирование национальных систем образования, содержание и направление которых все в большей степени определяет глобализация. Превращение образования в важный фактор конкурентоспособности не только отдельных производителей, но и национальных экономик в целом, требует от системы образования большей гибкости, открытости переменам, способности адекватно реагировать на них.

Эффективное использование широчайшего спектра возможностей, реализуемых на базе средств ИКТ, связывается сегодня с формированием ИКТ-компетенции как важнейшей составляющей общеинтеллектуальной информационно-коммуникационной компетенции всех участников образовательного процесса.

В литературе выделяются следующие составляющие педагогической ИКТ-компетенции:

- общепользовательская компетенция;
- общепедагогическая ИКТ-компетенция;
- специфическая (предметная) ИКТ-компетенция в соответствующих предметах и образовательных областях.

На базе ФБГОУ дополнительного профессионального образования «Институт повышения квалификации специалистов профессионального образования» в 2000–2012 годы осуществлялось обучение более 14000 специалистов и педагогических работников образовательных учреждений.

Выбор тематики повышения квалификации осуществлялся на основе запросов администрации учебных заведений, а также анализа запросов руководящих и педагогических работников, особенностей контингента обучаемых.

В результате интервьюирования и анкетирования преподавателей, наблюдения за ходом проведения занятий было установлено следующее:

Основной контингент обучаемых в 2000–2012 году составили работники учреждений начального и среднего профессионального образования. Доля учреждений среднего профессионального образования составляет 54%, начального профессионального образования – 37%, доля вузов – 7%, незначительная доля учреждений дополнительного профессионального образования – 7%.

Имеются большие возрастные отличия слушателей: в среднем – до 25 лет – 6%, до 35 лет – 22%, до 45 лет – 32%, до 55 лет – 27%, свыше 56 лет – 13%. Слушатели разных возрастных категорий, несомненно, обладают разным мышлением, памятью, вниманием, интересом к изучению новых информационных технологий, поэтому необходимо учитывать различную скорость работы слушателей на компьютере – задания необходимо предлагать разные по объему, а так же задания от репродуктивного до творческого уровня.

Готовность слушателей к применению информационных технологий проявляют 87% слушателей. Дифференцированно: высокая готовность к деятельности – до 35 лет (67 %), средняя готовность – от 36 до 45 лет (25%), низкая готовность к деятельности – свыше 50 лет (8%).

Особенностью обучения слушателей является изучение ключевых разделов дисциплины Информатика: Устройство компьютера, Windows, Word, Excel, Access, в силу отсутствия выхода в Internet в учебных заведениях, изучение данной темы практически не проводилось.

Обычно группа формируются по какому-то одному из указанных ранее курсов без учета уровня начальной подготовки, поэтому имеются существенный разброс в уровне выполнения заданий.

Однако можно отметить, что уровень подготовки слушателей возрастал от года к году, что вызвано более широким внедрением компьютеров в учебный процесс образовательных заведений, а так же все большим использованием компьютеров дома.

Исследование показало, что возникла необходимость разработки курсов, реализующих профессиональную направленность обучения, а также поиска новых способов обучения слушателей, создание более комфортных условий обучения, которые обеспечат формирование необходимых компетенций в области использования информационных технологий с учетом: индивидуального подхода; учет мотивации учебной деятельности взрослых; оказание психолого-педагогической помощи, особенно тем, кто никогда не общался с ПК; учета исходного уровня знаний, учета особенностей когнитивной сферы лиц различного возраста.

В процессе формирования информационных компетенций слушателей преподавателями используются в основном традиционные методы обучения, применяемые в ВУЗах, не учитываются андрагогические принципы обучения взрослых. Из-за высокого темпа предъявления информации и необходимости использования большого количества наглядного материала не всегда уделяется должное внимание организации индивидуальной работы со слушателями.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Блюм В.С., Заболотский В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

МОДЕЛЬ ФЕДЕРАЛЬНОГО СЕРВИСА «ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ КАРТА»

Введение

Основной проблемой применения математических методов моделирования сложных социально-экономических систем является проблема получения необходимого и достаточного количества достоверных исходных данных, без которых не может быть достигнуто должное доверие к результатам моделирования и полученным прогнозам. Современный уровень развития средств вычислительной техники и телекоммуникации позволил поставить задачи и приступить к реализации ряда амбициозных проектов федерального уровня, которые направлены на создание всеобъемлющих систем оперативного сбора достоверной информации об объективных характеристиках протекающих социально-экономических процессов.

Одним из наиболее значимых социальных процессов является процесс оказания профилактической и лечебно-диагностической помощи населению, который реализует система здравоохранения страны. Значимость этого процесса подтверждается, в частности, неуклонным повышением объёмов финансирования и выделением значительных (более двух десятков миллиардов рублей на ближайшие два года) целевых средств на информатизацию этого процесса.

Особый интерес, с точки зрения перспектив использования объективных, достоверных данных об оказании лечебно-диагностической помощи населению для математического моделирования и решения актуальных задач практического здравоохранения (задача выживаемости, задача раннего обнаружения дефектов оказания медицинской помощи и т.д. и т.п.), вызывает реализация проекта федерального сервиса «Интегрированная электронная медицинская карта».

Перспектива создания интегрированной коллекции электронных медицинских карт связана с надеждами на появление, ранее немыслимых, систем программных агентов, способных оказывать реальную информационную поддержку врачу и уберечь тысячи пациента от неминуемых врачебных ошибок.

1. Федеральный сервис «Интегрированная электронная медицинская карта»

Согласно техническому заданию на создание первой очереди интегрированной электронной медицинской карты и сервисов доступа к ней URL: http://zakupki.gov.ru, работы по внедрению интегрированной электронной медицинской карты и сервисов доступа должны быть реализованы с использованием сервисно-ориентированных и облачных технологий, входящей в состав Единой государственной информационной системы в сфере здравоохранения Российской Федерации. В документе указано, что «основной целью ведения Интегрированной электронной медицинской карты

(ИЭМК) является обеспечения непрерывности, преемственности и качества лечения, а также своевременной профилактики и иных мероприятий по обеспечению здоровья конкретного индивида путем документирования и сохранения соответствующей медицинской информации и своевременного предоставления ее уполномоченным медицинским работникам и организациям, а также субъектам ИЭМК.»

Ожидаемым эффектом от внедрения ИЭМК должна стать качественно новая электронная история болезни (ЭИБ), в которой будут учтены все контакты пациента с системой охраны здоровья. Более того, ЭИБ будет доступна для анализа и автоматизированного принятия обоснованных решений на основе полной, достоверной и доступной первичной информации, которая будет храниться в единой базе федерального информационного центра.

Не вдаваясь в особенности реализации проекта, рассмотрим ряд ожидаемых частных эффектов и перспектив использования данных, которые собирает указанный сервис, для математического моделирования лечебно-диагностического процесса.

2. Электронная история болезни и персональная электронная медицинская запись

Электронная история болезни (ЭИБ) согласно ГОСТ [ГОСТ Р 52636-2006] – это «информационная система, предназначенная для ведения, хранения на электронных носителях, поиска и выдачи по информационным запросам (в том числе и по электронным каналам связи) персональных медицинских записей.» ЭИБ состоит из размещённых в хронологической

последовательности электронных персональных медицинских записей (ЭПМЗ). Понятие «электронная персональная медицинская запись» соответствует международному термину EHR – Electronic Health Record [1].

В системе здравоохранения существует два класса легитимных источников ЭПМЗ: это дипломированные (сертифицированные, лицензированные, аттестованные) врачи и лицензированные диагностические лаборатории (ДЛ). Ежедневно в России производится около миллиона таких записей [2].

Синтаксическая структура ЭПМЗ на метаязыке может быть представлена в виде:

<ЭПМЗ ВРАЧА>:=<время сеанса><идентификатор ВРАЧА><идентификатор ПАЦИЕНТА> <документ ВРАЧА>. (1)

<ЭПМЗ ДЛ>::=<время сеанса><идентификатор ДЛ><идентификатор ПАЦИЕНТА><документ ДЛ>.(2)

Исключим из рассмотрения множество ЭПМЗ диагностических лабораторий на том простом основании, что в записях врача с необходимостью присутствует оценка результатов лабораторных исследований.

В настоящей статье не будут рассматриваться синтаксические и семантические особенности грамматической категории <документ ВРАЧА>. Акцент будет сделан на два обязательных атрибута ЭПМЗ, на <время сеанса> и <идентификатор ПАЦИЕНТА>.

Всё внимание сосредоточим на множестве событий, связанных с возникновением ЭПМЗ врача. Время записи, сделанной j-м врачом i-му пациенту обозначим как $\left(z_j(i)\right)_t$ или $\left(z_{ji}\right)_t$. Для начала, смысловое наполнение учтём только для двум типов врачебных записей: записи, в которых врач фиксирует появление (рождение) нового пациента, обозначим – $z_0(i)$, а записи, в которых врач констатирует смерть пациента, обозначим – $z_f(i)$.

3. Идентификация электронной истории болезни и персональных электронных медицинских записей

Если принять тезис о том, что именно врач принимает решение о факте рождении и смерти, то можно сделать первый вывод: система здравоохранения не нуждается в такого рода информации от отделов ЗАГС и других органов государственной власти для организации собственного документооборота. Более того, возникновение в системе новой записи $z_0(i)$, при условии централизованного учёта, может быть использовано для формирования уникального идентификатора истории болезни нового i-го пациента. Для этого достаточно использовать знания о среднем числе рождений в сутки и определить разрядность счётчика: для Петербурга достаточно трёхразрядного числа (около 150 рождений в сутки), для России – четырёхразрядного числа (порядка 5000 рождений), для Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) – семиразрядного числа.

В этом случае, идентификатор интегрированной электронной истории болезни будет иметь вид:

<Идентификатор ЭИБ> ::= <дата рождения><учётный номер в системе здравоохранения>(3)

Предложенный способ идентификации задаёт отношение строгого порядка на множестве ЭИБ. Тогда областью значений грамматической категории <Идентификатор ЭИБ> i-го пациента будет значение функции $Id(z_0(i)) = Id_{0i}$, где Id_{0i} уникальный терминальный символ.

Для $\forall i, j \quad Id_{0i} > Id_{0j}$ или $Id_{0i} < Id_{0j}$.

В этом случае, конечное множество идентификаторов ЭИБ ($ID = \{Id_{01}, Id_{02}, ..., Id_{0n}\}$) может быть упорядочено на временной оси (рисунок 1) и интерпретироваться, как множество моментов времени, которые фиксируют события рождения пациентов. При таком подходе текущий момент времени – t_0 и идентификатор ЭИБ определяют реальный возраст пациента. Для заданного множества идентификаторов ЭИБ всегда может быть определён идентификатор ЭИБ самого возрастного пациента, не содержащего записи $z_f(i)$. Такой идентификатор обозначим как – Id_{0s}.

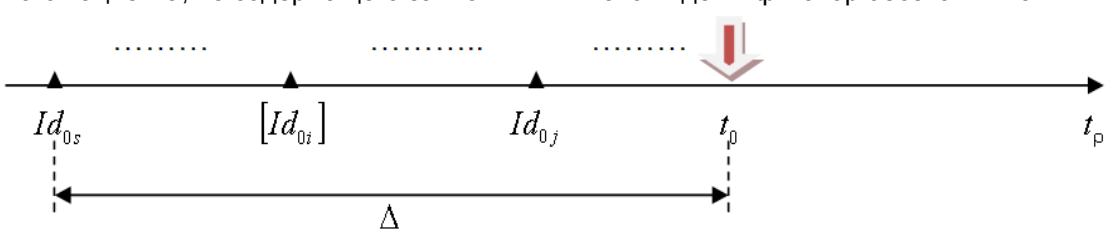


Рис. 1. Интервал жизни популяции

Интервал времени $\Delta = t_0 - Id_{0s}$ назовём актуальным интервалом времени жизни популяции. Ось времени, на которой размещены моменты рождения пациентов, назовём осью времени жизни популяции и обозначим – t_ρ. Ясно, что на интервале Δ зафиксированы моменты рождения не только пациентов, требующих текущего внимания системы охраны здоровья, но и тех, в истории болезни которых имеется ЭПМЗ – $z_f(i)$. Такие ЭИБ будем считать закрытыми, но не потерявшими своего информационного значения для системы здравоохранения. Обозначать такие ЭИБ будем как $[Id_{0i}]$.

4. Дискретно-событийная модель здравоохранения

Для построения дискретно-событийной модели [3,4] определим ортогональную систему координат, в которой осью абсцисс станет t_ρ, а осью ординат будет также временная ось, которую назовём осью времени жизни пациентов и обозначим – t_τ. Начало координат определим, как самый ранний момент времени рождения пациента, история болезни которого, по каким-то причинам, сохранилась в архивах системы здравоохранения (рисунок 2), но так, чтобы все наши дальнейшие построения выполнялись в первом квадранте построенной системы координат.

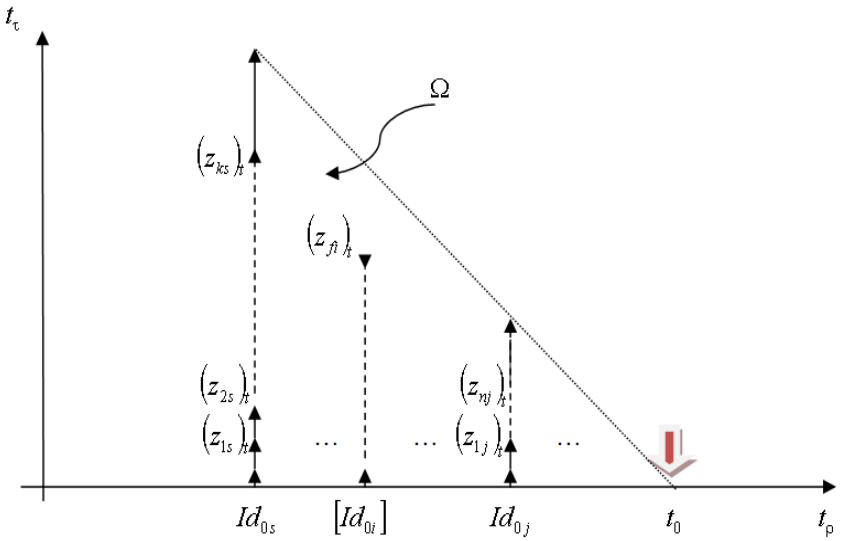


Рис. 2. Дискретно-событийная модель системы здравоохранения

Для самого возрастного пациента, идентификатор ЭИБ которого – Id_{0s}, построим вектор $\vec{v}_{0s}$, длина которого $|\vec{v}_{0s}|$ будет равна реальному времени жизни этого пациента. Вектор $\vec{v}_{0s}$ разместим параллельно оси t_τ с началом в точке Id_{0s}. Очевидно, что $|\vec{v}_{0s}| = \Delta$.

Заметим, что по существу вектор $\vec{v}_{0s}$ есть проекция информационного вектора истории болезни на временную ось t_τ.

Построим соответствующие вектора $\vec{v}_{0i}$ для всех учтённых ЭИБ (имеющих идентификаторы Id_{0i}), но не имеющих ЭПМЗ о смерти пациента $-z_f(i)$. Начало этих векторов будет лежать на оси t_ρ, а конец окажется одной из точек гипотенузы прямоугольного треугольника.

Каждый из построенных векторов есть временной образ истории болезни конкретного пациента, который, в свою очередь, состоит из суммы векторов, число которых соответствует числу ЭПМЗ в данной ЭИБ. Причём

$$\vec{v}_{0i} = \sum_{j=1}^{k} \vec{v}_j ,$$

где k – число записей в ЭИБ i-го пациента, а $|\vec{v}_j|$ равна интервалу времени от данной ЭПМЗ до следующей, либо до текущего момента t_0.

Прямоугольный треугольник, катетами которого являются вектор $\vec{v}_{0s}$ и отрезок оси t_ρ – $[Id_{0s}, t_0]$, ограничивает временное пространство Ω, в котором размещены все, без исключения, актуальные события, которые фиксируют моменты возникновения ЭПМЗ вида (1) в системе здравоохранения.

Актуальными будем называть такие события, которые соответствуют ЭПМЗ живых пациентов, то есть пациентов, в ЭИБ которых не содержится записи – $z_f(i)$.

Таким образом, мы построили ограниченное временное пространство Ω, в котором размещены и строго упорядочены ЭПМЗ ныне здравствующих потенциальных пациентов.

В данной модели для текущего момента t_0 векторные образы ЭИБ всех учтённых живых пациентов упорядочены по величине (времени жизни пациента), а вершины всех векторов лежат на одной прямой, которая является гипотенузой прямоугольного треугольника, ограничивающего временное пространство Ω В пространстве $\Omega \subseteq T \times T$ размещены и строго упорядочены по оси t_ρ все ЭИБ, а по оси t_τ строго упорядочены все ЭПМЗ ныне здравствующих потенциальных пациентов.

Гипотенуза равностороннего треугольника (пространства Ω) – это отрезок прямой $y = -t + t_0$, длиной $\sqrt{2}|\vec{v}_{0s}|$. Особенностью этого отрезка является то, что он определяет интерфейс системы здравоохранения. Именно на этом ограниченном отрезке, и только на нём, могут возникнуть новые события (ЭПМЗ) в данной модели системы охраны здоровья.

5. Динамика дискретно-событийной модели здравоохранения

Выбирая шаг h для наблюдения за динамикой развития модели, например, суточный интервал, необходимо определить алгоритм учёта новых событий и исключения из рассмотрения не актуальных ЭИБ. Понятно, что правила внесения изменений в модель не должны приводить к временным коллизиям.

Пусть $h = t_1 - t_0$. Тогда прямая $y = -t + t_0$ примет вид $y = -t + t_1 + h$, где $t_0 = t_1 + h$ текущий момент времени (рисунок 3). Прямые $y = -t + t_0$ и $y = -t + t_1$ задают временное окно, в котором разрешены новые события (возникновение новых ЭПМЗ) в системе здравоохранения. Пространство Ω потенциально увеличивается на величину $\frac{h}{2}(2\Delta + h)$.

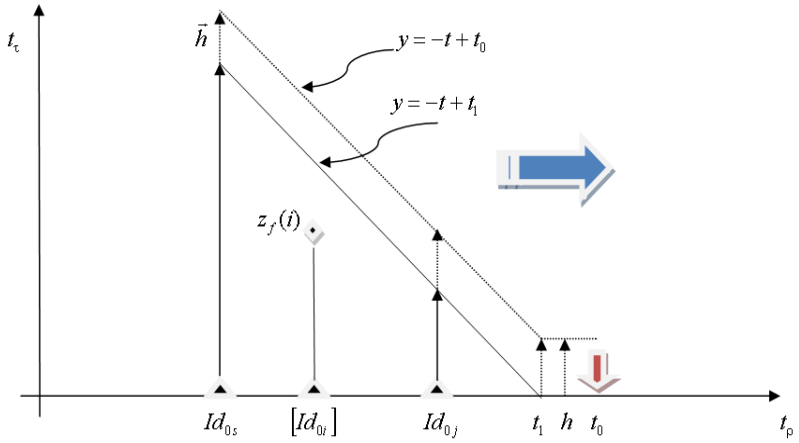


Рис. 3. Динамика дискретно-событийной модели

Для приведения модели в соответствие с текущим временем t_0 должны быть выполнен следующий алгоритм.

1. Выделение вычислительных ресурсов для ЭИБ новых пациентов, родившихся на интервале h, т.е. формирование новых идентификаторы $Id_{0t_1}, Id_{0t_2}, ..., Id_{0t_n}$ в порядке поступления n заявок (записей $z_{0t_1}, z_{0t_2}, ..., z_{0t_n}$).

2. Для сохранения возможности фиксации точного времени событий в группе ЭИБ $Id_{0t_1}, Id_{0t_2}, ..., Id_{0t_n}$ на интервале h, вектора, соответствующие ЭИБ, назначаются равными $\vec{h}$.

3. Каждый вектор $\vec{v}_{0i}$, за исключением векторов новорождённых, увеличивается до пересечения с $y = -t + t_0$, причем:

– если на интервале h пациент i не встречался врачом, то $\vec{v}_{0i} + \vec{h} = \vec{v}'_{0i}$ и $\left|\vec{v}'_{0i}\right| = \left|\vec{v}_{0i}\right| + \left|\vec{h}\right|$, но k – число записей в ЭИБ i - го пациента к моменту t_0 не изменяется;

– если на интервале h пациент i имел одну или более встреч с врачом, то $\vec{h} = \vec{v}_{0i_1} + \vec{v}_{0i_2} + ... + \vec{v}_{0i_m}$, где m – число ЭПМЗ i-го пациента на интервале h и $\vec{v}_{0i} + \vec{h} = \vec{v}'_{0i}$ и $\left|\vec{v}'_{0i}\right| = \left|\vec{v}_{0i}\right| + \left|\vec{h}\right|$, а k – число записей в ЭИБ i-го пациента к моменту t_0 увеличивается на величину m.

4. Если на интервале h у i-го пациента возникает запись $z_f(i)$, то ЭИБ закрывается, т.е. $Id_{0i} = \left[Id_{0i}\right]$ и вектор $\vec{v}_{0i}$ обращается в скаляр $\left|\vec{v}'_{0i}\right| = \left|\vec{v}_{0i}\right| + \left|\vec{h}\right|$.

5. Если на интервале h у s-го пациента (самого возрастного) возникает запись $z_f(i)$, то выполняется коррекция (уменьшение) пространства Ω. Для этого в списке идентификаторов ЭИБ определяется такой не закрытый Id_{0i}, что $\Delta = t_0 - Id_{0i} = \max$. Для выбранного идентификатора ЭИБ Id_{0i} фиксируется статус Id_{0s}.

6. Вычисляются характеристики пространства Ω на момент времени t_0:

– число актуальных историй болезни (число живых пациентов);

– число закрытых ЭИБ на интервале h;

– коэффициент выживаемости для пространства Ω, а также для любой заданной возрастной категории пациентов (отношение числа актуальных ЭИБ к общему числу учтённых ЭИБ) и т.д.

6. Информационная составляющая интегрированной электронной медицинской карты

Как уже отмечалось, электронная история болезни – это сумма векторов, которая монотонно увеличивается системой охраны здоровья на протяжении всей жизни пациента. Начиная с момента рождения, система здравоохранения производит персональные медицинские записи (теперь – ЭПМЗ) и последовательно размещает их в истории болезни (теперь – ЭИБ). Каждая запись имеет собственное информационное наполнение. Не пытаясь на этом этапе оценивать семантику записи, мы всегда можем посчитать количество бит, необходимых для хранения данной ЭПМЗ в памяти компьютера. При этом каждый бит, в той или иной степени несёт в себе информацию о ресурсах затраченных системой здравоохранения на данного пациента. Очевидно, что каждый составляющий вектор ЭПМЗ (за исключением последней записи, конечно, если он не $z_f(i)$) будет иметь фиксированную по величине проекцию на информационную ось в пространстве $I \times T \times T$ (рисунок 4).

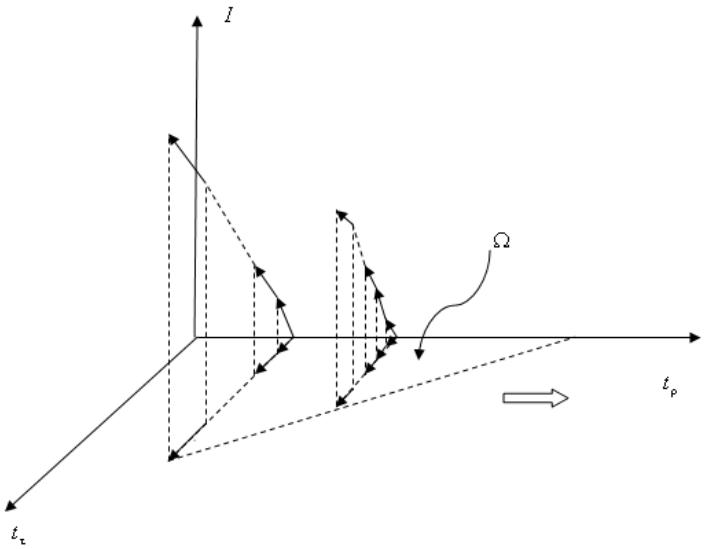


Рис. 4. Информационная составляющая модели

Вектор последней записи будет изменять величину и угол наклона к плоскости времён вплоть до появления очередной записи.

Каждая ЭИБ размещена в персональной для данного пациента информационно-временной плоскости ($I \times T$), которая характеризуется моментом рождения – Id_{0i} (рисунок 5).

В результате анализа информационного вектора ЭИБ, может быть оценено не только его информационное наполнение (объём ресурсов здравоохранения, затраченных на пациента), но и, так называемый, «угол внимания» системы здравоохранения по отношению конкретному пациенту. Этот параметр важен при организации государственной системы диспансерного контроля состояния здоровья.

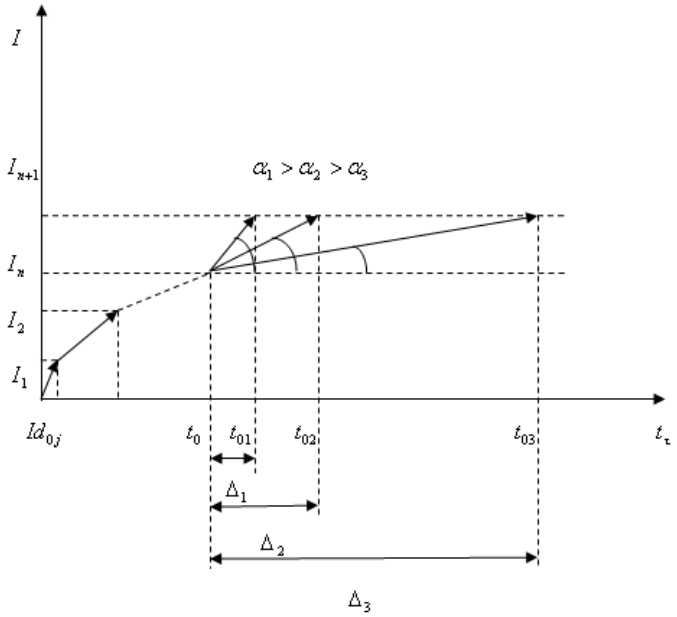


Рис. 5. Информационный вектор истории болезни

При увеличении интервала времени между посещениями врача $\Delta_1 < \Delta_2 < \Delta_3$ уменьшается угол наклона информационного вектора $\alpha_3 < \alpha_2 < \alpha_1$, что может быть использовано в качестве объективного критерия для проведения профилактического контроля здоровья.

7. Особенности дискретно-событийной модели здравоохранения

Главной особенностью предложенной модели является её технологическая направленность. То есть возможность использования алгоритма, описывающего процесс сбора первичной медицинской информации, в качестве «движка» интернет-сервиса «Интегрированная электронная медицинская карта». Дискретно-событийная модель ориентирована на формирование полного потока событий, связанных с созданием ЭПМЗ. При этом новые пациенты (новые ЭИБ) могут вводиться в состав модели, не изменяя схемы её функционирования. Этот эффект возникает за счёт того, что каждая вновь возникшая ЭИБ актуального пациента встраивается в модель, не нарушая строгого порядка учёта. Что, в свою очередь, позволяет использовать тривиальные хэш-функции для эффективного доступа, как к конкретной ЭИБ, так и к конкретной ЭПМЗ, внутри выбранной ЭИБ.

Важным свойством модели является простота извлечения целостных фрагментов данных для их автономного использования. Речь идёт об извлечении заданного набора ЭИБ, которые обслуживаются, например, конкретной поликлиникой и могут использоваться для оперативного управления лечебной работой. Можно говорить о территориальном принципе, заложенном в основу функционирования модели.

Следует также отметить перспективы использования модели для обеспечения достоверности первичной медицинской информации. Данный эффект может быть достигнут в следствии того, что врачи также являются потенциальными пациентами. Всякая ЭПМЗ есть реализация бинарного отношения на множестве врачей и пациентов. Можно говорить не только об ЭИБ пациента, но и об электронной истории врачевания (ЭИВ) конкретного врача. Контроль соответствия этих двух объектов (ЭИБ и ЭИВ) может быть использован как базовый алгоритм обеспечения достоверности первичной медицинской информации.

Наконец, следует ещё раз подчеркнуть территориальный принцип использования предложенной модели. Речь идёт о том, что извлечения из общей федеральной модели (интегрированной электронной медицинской карты) для региона и ЛПУ предполагают использование единой библиотеки алгоритмов для поддержания её функционирования. Очевидным синхронизирующим фактором при этом является время возникновения событий. Простой вывод заключается в том, что при внедрении в регионах модели полной достоверной и доступной первичной медицинской информации и соответствующей технологии ИЭМК, первоочередными объектами внедрения должна стать поликлиническая сеть региона и сеть родильных домов.

Заключение

В качестве выводов к данной статье отметим два положения.

Во-первых, вновь создаваемая федеральная информационная система (ИС), которая названа «Интегральной электронной медицинской картой», может оказать существенное влияние на совершенствование системы охраны здоровья в России. В связи с этим ИС ИЭМК требует особого и постоянного внимания как объект научных исследований и моделирования.

Во-вторых, создание федеральной ИС ИЭМК открывает новые технологические возможности по реализации таких сложнейших централизованных программных проектов, как:

1. Разработка программного комплекса информационной поддержки врачебной деятельности, который предназначен для эффективного формирования ЭПМЗ врачами всех специальностей, определённых государственной номенклатурой. Предоставление информационной поддержки врачам на основе облачных технологий, использующих федеральные ресурсы, позволит минимизировать затраты, сделать эффективной и прозрачной конкурентную борьбу на рынке соответствующих программных продуктов.

2. Разработка программного комплекса для раннего обнаружения дефектов оказания медицинской помощи на основе многоагентной программной системы анализа полной, достоверной и доступной первичной медицинской информации.

Профессор В.М. Тавровский неоднократно указывал [5, URL: http://vmtavr2.narod.ru/], что в электронной истории болезни есть вся необходимая информация для эффективного управления лечебно-диагностическим процессом. Интегрирование этой информации и её централизованное хранение может создать качественно новые условия для управления системой охраны здоровья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Международный стандарт. ISO/TR 20514:2005. Информационные технологии в медицине – Электронная медицинская запись – Определение, назначение, содержание (Healthinformatics – Electronichealthrecord – Definition, scopeandcontext).
2. Блюм В.С., Заболотский В.П. Мысленный эксперимент по организации учета и обработки информационных медицинских услуг. Врач и информационные технологии, №4 2009. С. 27–35.
3. Рыжиков Ю.И. Имитационное моделирование. Теория и технологии. // СПб.: КОРОНА принт.; М.: Альтекс-А, 2004.
4. Строгалев В.П., Толкачева И.О. Имитационное моделирование: Учеб. пособие. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2008. – 280 с.: ил. ISBN 978–5–7038–3021–5.
5. В.М. Тавровский. Автоматизация лечебно-диагностического процесса. // ООО «Вектор Бук». Тюмень. 2009.– 464 с.

Блюм В.С., Заболотский В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

УПРАВЛЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛНОЙ, ДОСТОВЕРНОЙ И ДОСТУПНОЙ ПЕРВИЧНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

Введение

Охрана здоровья граждан – неотъемлемая и непрерывно исполняемая функция государства. Для исполнения этой функции созданы три функциональные составляющие здравоохранения:

1. Институт врачей, которые, как правило, организованы в поликлиники, стационары и станции скорой помощи.

2. Система диагностических исследований организма – система диагностических лабораторий, элементы которой для удобства, большей частью, помещены в те же организационные структуры.

3. Система ресурсного обеспечения охраны здоровья, которая включает фармацевтическую компоненту (производство и обеспечение доступа к лекарственным препаратам), технологическую компоненту (поставка и эксплуатации медицинского оборудования) и административно-хозяйственную компоненту (обеспечение расходными материалами и их учёт).

Источниками информации о здоровье являются только первые две компоненты системы охраны здоровья (врачи и диагностические лаборатории). Право создавать такую информацию государство подтверждает с помощью соответствующих дипломов, аттестаций, сертификатов и лицензий.

Вся медицинская информация, имеется ввиду информация о здоровье граждан, концентрируется в историях болезни. К сожалению, истории фрагментированы и число объектов хранения таких фрагментов много больше, чем граждан в стране. Однако ситуация может кардинально измениться в связи с началом реализации федерального сервиса «Интегральная история болезни», который должен быть создан на основе облачной технологии и доступен для использования в любой части страны.

В связи с грядущими информационными изменениями в организации охраны здоровья следует вернуться к проблемам совершенствования управления в этой сфере.

Из всех организационных структур здравоохранения особая роль в сборе и интеграции информации о здоровье принадлежит поликлинике. Поликлиника, безусловно, является основой современной системы здравоохранения. Именно здесь происходят базовые контакты пациента с врачом. Именно участковому врачу предписано определять способы обследования и лечения, оценивать их результаты, устанавливать и контролировать способы и интенсивность диспансерного

наблюдения, привлекать специализированную медицинскую помощь, направлять в стационар и санаторий, на медико-социальную экспертизу, на профилактические осмотры. От качества работы поликлиники зависит эффективность работы других лечебных учреждений – стационаров, диспансеров, станций скорой помощи (ССМП).

В поликлинике регистрируется всё, что замечено и сделано. Поликлиника обладает наиболее надёжными данными о результатах медицинской деятельности на территории обслуживания. В поликлинику стекаются данные о помощи, оказанной стационарами и ССМП, что создаёт предпосылку для объективной, независимой и надёжной оценки их работы.

Сегодня поликлиника – это наилучший источник информации о конечных результатах медицинской помощи населению, о здоровье населения конкретной территории. Как частный случай поликлиники, следует рассматривать и офисы врача общей практики. В этом звене системы здравоохранения наиболее полно собираются (должны собираться) данные о заболеваемости, о своевременности выявления заболеваний, о структуре «болезненности» (персональном составе состоящих на учёте хронически болеющих людей), о численности и динамике изменений групп диспансерного наблюдения, о смертности, о выводе на инвалидность. Указанная совокупность данных образует тот набор показателей, с помощью которых может быть достаточно полно оценено здоровье населения территории обслуживания. Профессор В.М. Тавровский [1] совершенно справедливо указал на то, что «управлять поликлиникой значит управлять здоровьем в той мере, в какой за него ответственна медицина».

Для деятельности поликлиники характерно то, что в этом звене системы здравоохранения по собираемой информации можно следить не только за влиянием врачебных усилий на изменение конкретного патологического состояния пациента, но также оценивать роль конкретного врача в судьбе конкретного пациента, а также оценивать воздействие и влияние особенностей организации. При должной организации информационной работы в этих данных хорошо видны причины и следствия, затраты и результаты, решения и персоналии, их принимающие. По этим данным возможно конструктивное сравнение работы врачей, выполняющих подобные функции. Кроме того, существует возможность следить и оценивать динамику работы врача.

Всё выше сказанное позволяет рассматривать поликлинику как базовый информационный интегратор и орган управления системой охраны здоровья, основной информационный объект для автоматизации работы врача и внедрения информационных технологий взаимодействия врача с другими участниками лечебно-диагностического процесса.

Основы организации информационного процесса в здравоохранении

1. Полнота информации о состоянии здоровья населения территории обслуживания

Где бы ни лечился гражданин России, он неизбежно возвращается к месту своего постоянного проживания. Для управления процессом охраны здоровья на каждом территориальном уровне система здравоохранения должна обладать структурированными данными о состоянии и динамике изменения показателей здоровья населения сферы обслуживания, с максимально возможным охватом граждан. Такой подход согласуется с разработанными отечественными организаторами здравоохранения диспансерным методом и пятигрупповой системой диспансерного учёта и наблюдения [2].

Всё население территории обслуживания поликлиники делится на пять групп по степени нуждаемости в медицинских мероприятиях (по интенсивности необходимых мероприятий).

1-я группа – здоровые, не болевшие в прошлом хроническими заболеваниями.

2-я группа – здоровые, перенесшие в прошлом хроническое заболевание.

3-я группа – больные в фазе ремиссии (стабилизации).

4-я группа – больные в фазе обострения (прогрессирования).

5-я группа – больные, нуждающиеся в постоянной врачебной помощи (у которых не удаётся добиться ремиссии).

Современные информационные технологии позволяют применить этот метод и систему с особым успехом.

То или иное состояние, те или иные сдвиги в здоровье отдельных групп, формируемых по принадлежности к профессиям, крупным производствам, возрастным когортам, социальным категориям, нозологическим формам, могут надёжно оцениваться только в сопоставлении с полными сведениями, охватывающими всё население территории обслуживания. Это диктуется простым соображением: частный успех не может радовать при общей неудаче, он может быть достигнут как раз за счёт этой неудачи. Значит, его всегда нужно сопоставлять со всей картиной.

2. Персональная ответственность

Управление – это принятие ответственных решений, их исполнение и контроль исполнения этих решений. Каждому уровню системы здравоохранения соответствует только одно лицо, принимающее такие решения: лечащий врач, заведующий отделением, главный врач, руководитель муниципального здравоохранения, руководитель регионального здравоохранения, министр.

У каждого из них есть помощники и советчики (у врача – медсестра, консультанты, лаборанты, у министра – аппарат министерства), а также компьютеры и программы, но ответственность остаётся за тем, кто принимает решение. Он в ответе и за тех, кто ему помогает, и за избранные им информационные технологии, а, главное, за результаты принятых решений.

Разумеется, у первых руководителей лечебных учреждений и органов здравоохранения есть заместители, которые самостоятельно принимают ответственные решения. Но функции делятся между первым руководителем и заместителями очень гибко, разделение непостоянно, оно приспосабливается к конъюнктуре. В автоматизированной системе управления не имеет смысла учитывать это часто меняющееся разделение функций. Ответственным за всё, принятое на уровне первого руководителя, вполне достаточно считать этого руководителя.

На более низких уровнях тоже могут быть подобные коллизии, и там они решаются тем же манером: заведующий отделением отвечает за решения старшего ординатора, врач – за свою медицинскую сестру.

3. Обеспечение информацией

Мало знать о хороших и плохих результатах – необходимо понимать, как те и другие получаются, чтобы указывать, что именно и где именно надо поправить. Заведующему поликлиническим отделением система должна выдавать результаты врачей и обеспечивать полную возможность знакомства с историями болезни, главному врачу – сообщать совокупные результаты поликлиники и, сверх того, разброс результатов у врачей, руководителю департамента – показатели региона и разброс результатов в поликлиниках.

Тогда каждый руководитель может понимать, за счёт чего, откуда берутся неудачи и успехи каждого из его подчинённых.

4. Сравнительный анализ и оценка дисперсии результатов

Улучшать медицинскую помощь населению система здравоохранения может двумя способами: наращивать свои ресурсы (материальные, финансовые, кадровые, а также интеллектуальные – знания и умения) и рационально расходовать то, чем она уже располагает сегодня. Рассмотрим аспект использования сил и средств оказания медицинской помощи, которые уже имеются в распоряжении медиков.

В конечном счёте, ресурсы здравоохранения расходует только лечащий врач. Всё здравоохранение построено на решениях и действиях врачей, которые должны фиксироваться в его персональных медицинских записях.

Предполагается, что в сходных условиях врачи, руководствуясь медицинской наукой, должны работать одинаково, со сходными результатами. В то же время, каждому ясно, что это не так. Если МИС для поликлиники позволяет подсчитывать на каждом врачебном участке конечные результаты медицинской помощи, клинические и экономические, то обнаруживается не только значительный разброс результатов у врачей одной и той же поликлиники, но и тот факт, что затраты обычно вовсе не коррелируют с медицинским успехом.

Дисперсия результатов врачей поликлиники – явление всеобщее, она значительна и заслуживает пристального внимания. Автоматизация позволяет то, что и так известно, измерить, оценить статистически, наблюдать в динамике.

Если они по-разному тратят ресурсы вне зависимости от медицинского эффекта, то есть те, чьи расходы избыточны, и те, кто экономит в ущерб делу.

Причины здесь исключительно индивидуальные: различия в знаниях, умениях, привычках, целеустремлённости, аккуратности, ответственности. Самими врачами они не осознаются.

Чтобы воздействовать на эти причины, чтобы хотя бы сгладить их воздействие, нужно создать средства, позволяющие руководителю своевременно выявлять моменты отклонения от оптимального образа действий и вмешиваться в лечебно-диагностический процесс сразу с двумя целями: поправить дело и предметно показать врачу, что именно от него требуется. Иными словами, нужна своевременная информация об отклонениях и основанное на ней оперативное управление.

Оперативность, в отличие от официальных квартальных и годовых отчётов, предполагает ощутимую частоту воздействия – недельный и месячный ритмы. Это необходимо и для своевременного исправления действий в отношении пациента, и для обучения врача, для использования следовых реакций, для их подкрепления, кумуляции.

Каждый очередной ежемесячный анализ позволяет судить об эффективности решений, принятых по данным предыдущего анализа. Сам анализ можно выстроить в виде строгих алгоритмов, используя известные причинно-следственные связи основных медицинских мероприятий с общепринятыми характеристиками здоровья населения (демографическими и некоторыми другими). Конечно, при этом надо брать в расчёт и возможные алогичные соотношения, которые позволяют заподозрить искусственное «формирование» некоторых показателей.

5. Оценка. Цели и ресурсы

Цель поликлинической работы – благоприятное воздействие на здоровье населения, которое оценивается следующими демографическими показателями:

- средней продолжительностью жизни;
- смертностью и её структурой, детской смертностью;
- заболеваемостью и её структурой;
- «болезненностью» (числом хронически болеющих) и её структурой;
- инвалидностью и её структурой.

Этот перечень венчает структура диспансерных контингентов – численность и соотношение групп диспансерного наблюдения.

На все эти показатели здравоохранение существенно воздействует. Однако динамику их нельзя связать с действиями конкретных лиц. Она всегда, даже в пределах одного врачебного участка, – результат деятельности множества лиц, принимающих решения. Поэтому целевые показатели, позволяя оценить результаты этой деятельности как удовлетворительные или неудовлетворительные, ещё не дают возможности установить авторов успеха или неудачи. Последнее достигается с помощью показателей использования средств.

Использование средств медицинской помощи – это всегда решения конкретного врача: врачебные назначения. Непосредственное вмешательство руководителей (а оно – тоже средство) в лечебно-диагностический процесс – это всегда акты конкретных деятелей. Поэтому показатели использования средств позволяют в общем деле вычленить участие конкретных лиц, установить сферы этого участия и характеризовать его количественно.

Однако сам по себе тот или иной объём расходования усилий и средств еще не позволяет судить об эффективности работы. Показатели использования средств надо сопоставлять с целевыми показателями, с показателями здоровья населения, с их динамикой. Тогда обнаруживаются как вполне логичные соотношения, так и парадоксальные, указывающие не неправильное использование ресурсов (или даже намеренное искажение данных в угоду конъюнктуре).

Показатели достижения цели и показатели использования средств образуют сложную систему взаимозависимых компонентов. Их связи обусловлены природой отображаемых ими реальных событий. Их и надо использовать всегда в совокупности, с учётом этих причинно-следственных связей. Ни один из показателей не может быть использован изолированно, тем более, в качестве повседневного ориентира для всех. В противном случае провоцируется самое скверное – «работа на показатель» с грубыми искажениями и самого лечебно-диагностического процесса, и информации о нём. Ориентировать врача надо только на соблюдение правил медицинской науки, ни на что более.

Указанные соображения положены в основу построения алгоритмов автоматизированного анализа, предназначенного для выработки решений об управляющих воздействиях на лечебно-диагностический процесс.

6. Амбулаторная электронная история болезни

Изложенные выше принципы оперативного управления весьма затруднительно реализовать в традиционных условиях работы поликлиники. Но ситуация качественно изменяется при внедрении локальных медицинских информационных систем (МИС), которые основаны на использовании амбулаторной электронной истории болезни (ЭИБ). ЭИБ, впитывающая в формализованном виде всю существенную для анализа информацию о состоянии пациента, действиях врача, использованных ресурсах и полученных результатах, является главным источником данных для управления. Она же служит инструментом, с помощью которого реализуются непосредственные корригирующие воздействия на лечебно-диагностический процесс. Качество этого информационного источника зависит от эффективного взаимодействия локальной МИС с федеральным сервисом «Интегрированная электронная история болезни» [3].

Работа врача с электронной историей болезни обеспечивает не только регистрацию всех наблюдений и назначений, но гарантирует одновременно фиксацию информации в таком виде, который пригоден для хранения в базе данных, доступен другим участникам лечебно-диагностического процесса, а также может использоваться для комплексной обработки с многообразными целями.

Электронная история болезни – единый (и единственный, потому что исчерпывающий) источник информации для всех. В том числе для всех без исключения уровней управления.

Подчеркнём, что детальное хронологическое описание пациента и всего, что с ним происходит, – это именно история в точном смысле слова. Это вовсе не «карта», не схема. Карту, то есть упрощённую структуру с привязанными к ней сведениями, необходимыми для тех или иных целей, из электронной истории можно получить всегда. Она может быть источником для разных карт любого масштаба, но к ним не сводится. Это тем более важно, что история болезни одновременно является историей работы врачей (историей врачевания). Существом управления в здравоохранении является управление врачебной деятельностью, а том числе с целью раннего обнаружения врачебных ошибок.

Нет никаких особых препятствий к тому, чтобы на основе ЭИБ сделать электронный паспорт пациента с жизненно важными для него медицинскими сведениями. Но сама поликлиническая электронная история болезни, наследница традиционного первичного документа о больном и враче,

остаётся краеугольным камнем информационной системы здравоохранения вообще и поликлиники в частности.

Принципиальная схема оперативного управления на уровне поликлиники

Оперативное управление на уровне поликлиники включает:

1. Ежемесячный автоматизированный анализ эффективности поликлинической деятельности с подготовкой решений.
2. Еженедельное автоматизированное планирование работы врачей поликлиники по результатам анализа.
3. Реализацию плановых решений в ходе повседневной работы.
4. Оценку успешности реализации принятых решений при очередном месячном анализе.

1. Ежемесячный анализ

Исходным материалом для ежемесячного анализа служат сведения о численности населения и данные из амбулаторных электронных историй болезни. Они нормируются на население участков, а затем из нормированных данных создаются две группы производных показателей: показатели достижения цели и показатели использования средств [4].

Для «взрослых» поликлиник анализ осуществляется в отношении 26 аспектов работы врача и выдаёт 26 вариантов рекомендаций о контроле и 9 вариантов рекомендаций о поощрении [5].

Для детских поликлиник и женских консультаций число оцениваемых аспектов работы врача значительно больше (40 и 44), соответственно возрастает и число вариантов рекомендации о контроле (40 и 44) и поощрении (12 для обоих вариантов). Это связано с тем, что помимо пяти групп диспансерного учёта, в детской поликлинике анализируется особая группа – дети первого года жизни (условное название – «7-я группа»), а в женской консультации – беременные («6-я группа») [5].

Ключевое звено автоматического анализа – определение разброса показателей работы врачебных участков. Для этого данные каждого участка сравниваются с так называемыми «нормативами». Каждый «норматив» – это средняя арифметическая всех участков с учётом поправочного коэффициента. В исходном положении это означает, что треть участков по каждому показателю будет в пределах норматива, а остальные – поровну хуже или лучше него.

Логика анализа состоит в том, что отклонение целевых показателей от норматива должны объясняться соответствующими отклонениями показателей использования средств. Именно отклонения в действиях, которые сочетаются с не достижением цели, следует выявить. Эти отклонения необходимо своевременно объяснить и корректировать. В этом существо действий руководителя.

Автоматизированный оперативный анализ выявляет в качестве первопричин неудовлетворительного результата:

а) нарушения технологии медицинской деятельности врачом,
б) нарушения технологии управления руководителем,
в) нерациональное распределение ресурсов,
г) нарушения правил взаимодействия участников лечебно-диагностического процесса,
д) недостатки в технологии управления.

На первом плане, понятно, работа лечащих врачей. Используя данные из электронных историй болезни, программа анализа вычисляет и сравнивает с «нормативами» показатели деятельности врачей каждого профиля, выделяет в каждом профиле отстающих, вырабатывает рекомендации о том, что именно надо поправлять в повседневной работе каждого врача. Руководитель обеспечивается методикой такого контроля, привязанной к следующим элементам МИС:

- электронной истории болезни,
- еженедельному плану работы врача,
- тематическим выборкам из базы данных.

Прицельно вмешиваясь в конкретные действия врача, руководитель, во-первых, своевременно исправляет ситуацию, во-вторых, предметно показывает врачу, как именно надо поступать, в-третьих, сам глубже знакомится с проблемой. При таком управлении следующий месячный анализ должен обнаружить выравнивание результатов. Таким образом, динамика разброса результатов отражает успешность управления.

Наряду с рекомендациями о контроле, оперативный анализ выдаёт и рекомендации о поощрении – в случаях, когда врачом достигнуты лучшие в сравнении с «нормативом» результаты в том или ином разделе работы. Рекомендации обоего рода позволяют рассчитать интегральную характеристику работы врача – балльную оценку. Если дифференцированные рекомендации нужны для точного распознавания слабых мест в работе (а они у каждого врача свои), то ежемесячная интегральная оценка, показывающая общую удовлетворённость системы врачом, служит весьма действенным моральным стимулом.

Здесь важно подчеркнуть, что при расчёте балльных оценок учитываются не только сами рекомендации, но и меняющаяся актуальность проблем, к которым они относятся. Периодическое ранжирование проблем по их актуальности с отражением в МИС – функция главного врача.

Разумеется, в балльных оценках учитываются и разные размеры врачебных участков. Для этого вычисляется средняя численность населения одного участка, а затем – «коэффициент трудового участия» (КТУ), то есть отношение численности населения участка к этой средней. Баллы, полученные на основе рекомендаций о контроле и поощрении с учётом их рангов, умноженные на КТУ, – это и есть балльная оценка.

Балльные оценки могут быть положены в основу автоматического распределения премиального фонда, когда такой есть. В этом случае к моральному стимулу добавляется материальный. Всё это вместе взятое обеспечивает эффективность автоматизированного управления.

2. Ежемесячный анализ на муниципальном и региональном уровнях

Как бы ни расширялась территория ответственности органов здравоохранения, источниками всей основной информации всегда остаются участковые терапевты, участковые педиатры и участковые акушеры-гинекологи. На их участках – всё начинается и заканчивается: реально оценивается состояние здоровья населения, предпринимаются медицинские меры, формируются результаты. Поэтому изложенная выше принципиальная схема анализа распространяется как на муниципальный, так и на региональный уровни.

На этих уровнях объектами сравнений выступают не отдельные врачи, а поликлиники. При этом задачи остаются прежними: выявить отстающих и причины отставания. Для сравнений используются три дополняющих друг друга аналитических приёма.

Первый прием – сравнение «нормативов», которые на данном этапе удерживает каждая поликлиника. «Нормативы» – это усреднённые результаты, достигнутые за последний представительный отрезок времени.

Второй приём – это сравнение поликлиник по разбросу результатов работы участков: по величине дисперсии и по её динамике за месяц. Там, где дисперсия меньше, работа в соответствующем разделе лучше. Там, где дисперсия уменьшается, управление эффективно. Противоположные состояния – основание для дополнительного внимания со стороны руководителей городского уровня.

Третий приём – точно тот же алгоритм анализа, какой используется в поликлинике, но охватывающий все участки и всё население на территории ответственности. Выработанные при этом нормативы, рекомендации о контроле и поощрении, а также балльные оценки будут относиться уже не к врачам и заведующим поликлиникой, а к руководителям органов здравоохранения и главным врачам.

При таком ежемесячном анализе текущей деятельности можно своевременно обнаруживать недостаточность реакции руководителей поликлиники на выводы их собственного анализа. Можно увидеть и те проблемы, которые на уровне отдельной поликлиники не распознаются: существенное отставание от других поликлиник в тех или иных разделах работы, не использование новых эффективных методов обследования и лечения, произвол в формировании групп диспансерного учёта, который не только искажает выводы, но означает, что диспансерное наблюдение осуществляется по-разному. На всё это теперь можно предметно указать главному врачу, связать выявленные недостатки с недостаточным использованием системы управления.

Одновременно обнаруживается и роль тех различий между поликлиниками, которые подвластные не столько главным врачам, сколько самим органам здравоохранения: в нагрузке, в оснащении, в финансировании, в квалификации и укомплектованности кадров.

Существуют, разумеется, и принципиально не управляемые факторы: различия в обслуживаемых контингентах, в возрастном, социальном, профессиональном составе жителей разных районов подведомственной территории Их влияние необходимо выделить из всего комплекса существенных факторов и учесть в сравнительных оценках.

Сходным образом следует поступить и в отношении тех различий в условиях работы поликлиник, сглаживать которые могут только муниципальные и региональные власти. Не следует лишь зачислять их в неуправляемые вообще. Сравнение поликлиник между собою (читай – сравнение здоровья жителей территории обслуживания) даёт в руки руководителю территориального здравоохранения информацию для своего стратегического планирования и для предложений в адрес муниципальной власти. Когда различия в заболеваемости и смертности на разных территориях не удаётся объяснить ни разным возрастным составом населения, ни разным качеством медицинского обслуживания, на первый план выходят другие факторы: экология района (промышленные выбросы), неодинаковая доступность скорой медицинской помощи (телефонизация, дороги, удалённость подстанции), санитарно-бытовые условия микрорайона. Регулярная обработка информации, указывающая на проблемы этого рода, на то, что из месяца в месяц они проявляются количественно оцененными потерями здоровья граждан, – весомый аргумент для выбора приоритетов в действиях власти.

Дополнительные способы анализа и управления на уровне поликлиники

1. Сравнительный анализ выявленных заболеваний

В ходе ведения электронных историй болезни МИС осуществляет учёт заболеваемости. Поэтому врачебные участки можно сравнивать по выявлению заболеваний. Не имеет смысла делать это тотально, поскольку тонкие различия будут перекрыты теми заболеваниями, которые всеми выявляются достаточно успешно (ОРЗ, гастриты, гипертония, травмы и т.п.). Но есть заболевания, выявление которых в большой степени зависит от профессионального уровня, целеустремлённости и настойчивости врача. При недостатке этих качеств больные всё равно выявляются, но их настоящие заболевания принимаются за более простые для диагностики и менее грозные. Тогда под «гипертонической болезнью» скрывается ишемическая болезнь сердца, а под «ожирением» – сахарный диабет, под «невралгией» – глаукома, под «гастритом» – язвенная болезнь и т.д. и т.п.

Автоматизированный анализ позволяет выдать и врачу, и руководителю списки пациентов, подозрительных на такие ошибки, предположения об их причинах и рекомендации о способах проверки подозрений.

Перечни таких диагнозов, которые часто скрываются под чужой маской, приведены отдельно для терапевтических и педиатрических участков в [5]. С точки зрения управления, эти диагнозы – маркёры качества диагностики.

2. Список впервые выявленных, часто болеющих, больных с множеством заболеваний

Ежемесячно МИС предоставляет заведующим три вида списков, позволяющих своевременно проконтролировать работу врачей с теми пациентами, где неточность или неполнота действий сказываются особенно ощутимо.

Первый список – впервые выявленные заболевания. В него включаётся те случаи, где вообще нередки первоначальные ошибки. Это диагнозы, которые часто маскируют друг друга в определённых возрастно-половых группах пациентов.

Второй список – часто болеющие. Здесь нужен опытный глаз профессионала, чтобы за часто повторяющимися острыми заболеваниями не пропустить более грозную причину.

Третий список – больные с «букетом» заболеваний или с особо неблагоприятным сочетанием заболеваний. Тут необходимо искусство лавирования, умение, улучшая одно, не ухудшить другое, своевременные решения о привлечении консультантов или направлении на госпитализацию.

Все эти списки составляются автоматически по заранее заданным алгоритмам и все они привлекают внимание заведующего отделением к сложным проблемам его врачей, туда, где требуется его опыт, квалификация, права и ответственность, но при этом тогда, когда сам врач уже проявил собственную активность (последнее важно, чтобы руководитель мог оценивать врача и не подменял его).

3. Анализ работы руководителей

Ежемесячная оценка работы руководителей основывается на анализе тех самых рекомендациях о контроле и поощрении, которые выданы заведующим отделениями. Алгоритм анализа учитывает случаи, где одна и та же рекомендация адресуется более чем трети врачей: это и есть указание на главную недоработку или главный успех заведующего отделением. Как и в анализе работы врачей, учитываются ранги проблем, а также «коэффициент трудового участия» (КТУ). Расчёт КТУ основывается на другом принципе: за количественную оценку работы руководителя принимается количество сотрудников, непосредственно ему подчинённых. По всему учреждению число всех подчинённых делится на число всех руководителей, то есть получается среднее число подчинённых на одного руководителя. Тогда КТУ каждого руководителя – это отношение фактического числа его подчинённых, к среднему числу.

Изложенные приёмы позволяют получить балльные оценки работы руководителей за месяц, связать с ними премирование, а главное – ориентировать на совершенно конкретную работу с конкретными участками.

4. Экспертиза смертности, онкозапущенности и инвалидности

Система экспертизы использует независимые, внешние данные о смертности, о первичном выводе на инвалидность, о позднем выявлении онкозаболевания. В каждом из этих случаев имеются основания для строгой критической оценки действий врача.

Возникновение такого рода особенных событий в ЭИБ конкретного пациента должно быть гарантировано со стороны федерального сервиса, что, в свою очередь, должно инициировать специальный процесс анализа.

Особенностями этого анализа являются, во-первых, формирование формализованных заключений экспертов о существе события, причинах и последствиях найденных дефектов. При этом в качестве важного раздела в перечне причин выделяются (и становятся предметом особого внимания) причины организационные, за которые отвечает не врач, а организаторы лечебно-диагностического процесса.

Каждая экспертиза должна быть выполнена двумя экспертами независимо, а при существенных различиях в выводах, необходимо привлечение третьего эксперта (все решения при этом сохраняются, ни одно не отменяет других). Такой приём позволяет не только обобщать и

анализировать выявленные дефекты, но и автоматически сравнивать экспертов, оценивать их самих, их профессионализм и принципиальность.

Ежемесячный анализ результатов экспертизы даёт главному врачу ценные материал для совершенствования организации работы в поликлинике и для оценки руководящих кадров (поскольку экспертами назначаются обычно заведующие отделениями).

5. Двухэтапный профилактический осмотр

Профилактические осмотры – важнейшее средство своевременного обнаружения заболеваний. От традиционных массовых осмотров (совершенно неправильно именуемых «диспансеризацией») входящая в МИС программа двухэтапного осмотра отличается намного большей эффективностью, намного меньшей затратностью и возможностью гибкого планирования очередных осмотров, опирающегося на результаты предыдущих. Эти сравнительные оценки основаны на практике применения двухэтапного осмотра рабочих ряда крупных предприятий [5].

Методика осмотра состоит в том, что на первом этапе пациент отвечает на полсотни вопросов о наличии или отсутствии у него ряда симптомов, сдаёт анализы крови и мочи, проходит электрокардиографическое и флюорографическое обследования. Полученные результаты сопоставляются между собою программно, по специальному алгоритму, основанному на обычной врачебной логике и выдающему рекомендации о том, каким специалистам надо показать пациента. Таким образом, на втором этапе каждый пациент направляется не ко всем специалистам, а лишь к тем, для чьих консультаций предположены основания. Заключения специалистов затем сопоставляются с этими предположениями, что позволяет совершенствовать сам алгоритм доврачебного этапа.

В электронных историях болезни фиксируется и факт прохождения осмотра, и его результаты, побуждающие участкового врача к выставлению диагноза, обследованию, лечению, определению группы учёта. Таким образом, обеспечена связь между обычной работой врачебного участка и профилактическим осмотром, а также учет роли последнего в выявлении заболеваний.

Проведение профилактических осмотров автоматизировано не только в качестве самостоятельного модуля МИС поликлиники, но и как функция, определённая над электронной истории болезни. Это позволяет наряду с ежегодными массовыми кампаниями или даже вместо них обследовать профилактически каждого пациента отдельно в те сроки, которые наступают именно для него. В таком виде регулярный профилактический осмотр становится не кампанией, а одной из обычных забот при наблюдении за пациентом.

Соотношение оперативного и стратегического управления в здравоохранении

Оперативное управление, корригирующее лечебно-диагностический процесс «на ходу», добивающееся одинаково хорошей, правильной работы всех врачей с помощью имеющихся в наличии сил и средств, – непременное условие эффективного использования последних. Без него всегда оказывается непомерно большой дисперсия результатов, а это – дыры, в которые проваливаются ресурсы. Из-за них неизбежно искажаются представления о потребностях: за дефицитами скрывается расходование средств обследования и лечения там, где они не показаны, а за видимой удовлетворённостью – либо неосведомлённость о показаниях к тому или иному виду обследования или лечения, либо недостаточная настойчивость и последовательность в их использовании.

Можно приобретать современную диагностическую аппаратуру, делать высокотехнологичные операции, иметь в распоряжении самые мощные медикаменты, обучать врачей на курсах, вводить телемедицину и запись на приём через Интернет, но без оперативного управления, сводящего разброс результатов к минимуму, все эти затраты не приведут к улучшению демографических показателей на территории обслуживания. Новые ресурсы будут проваливаться в упомянутые дыры точно так, как проваливаются старые.

Для муниципального и регионального уровня управления сказанное означает, что наращивать обеспечение ресурсами надо не по принципу «всем сёстрам – по серьгам», а на основе сведений об эффективности управления в каждом ЛПУ. Тогда улучшение ресурсного обеспечения будет давать ожидаемый эффект – улучшение конечных результатов медицинской помощи.

Возможности оперативного управления со временем исчерпываются. Это проявляется в том, что одноимённые врачебные участки месяц за месяцем показывают сходные результаты, причём обнаруживается периодическая «смена лидерства»: в одном месяце впереди оказываются одни, в другом – другие.

Когда наступает такой период, самое время выбрать и реализовать пути дальнейшего прогресса за счёт стратегических решений: привлечения дополнительных ресурсов, новых современных средств и методов медицинской помощи, совершенствования кадров и их расстановки, новых организационных приёмов. В условиях эффективного оперативного управления, легко проследить за эффектом от этих решений, легко выявить различное отношение врачей к новшествам, разброс в степени их использования, минимизировать этот разброс, воздействуя на него уже известными методами.

Заключение

Реализация федерального сервиса «Интегральная история болезни» должна быть ориентирована на полный охват поликлинической сети страны. Только при этом условии возможно эффективное оперативное управление системой здравоохранения и решение проблемы раннего обнаружения дефектов оказания медицинской помощи.

Поликлиника – базовый информационный интегратор и орган управления системой охраны здоровья, основной информационный объект для автоматизации работы врача и внедрения информационных технологий взаимодействия врача с другими участниками лечебно-диагностического процесса.

Реализация облачной технологии федерального сервиса интегрированной электронной истории болезни должна быть нацелена на эффективную поддержку этой объективной информационной и управляющей роли поликлиники.

Информационная поддержка со стороны федерального сервиса лечебно-диагностического процесса в поликлинике и офисе врача общей практики – это необходимое условие формирования национальной системы полной, достоверной и доступной первичной медицинской информации и очевидный путь к кардинальному улучшению качества оказания медицинской помощи.

Дополнительные усилия необходимы для разработки методики и математических моделей формирования полной, достоверной и доступной первичной медицинской информации для федеральных сервисов ведения интегрированной электронной медицинской карты (ИЭМК). Уточнение оценок параметров информационного потока электронных персональных медицинских записей (ЭПМЗ) с учётом динамики развития и состава информационных источников [6]. Фиксация способов идентификации ИЭМК и источников первичной медицинской информации в соответствии с выбранным функциональным профилем (HL7 ERH).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тавровский В.М. Автоматизация лечебно-диагностического процесса. ООО «Вектор Бук». Тюмень. 2009.– 464 с.
2. Новгородцев Г.А. Диспансеризация населения в СССР / Г.А. Новгородцев, Г.З. Демченкова, М., Медицина. – 1987. – 335 с.
3. Министерство здравоохранения и социального развития Российской Федерации. Интегрированная электронная медицинская карта. Сценарии использования ИЭМК. URL: http://nsi.rosminzdrav.ru/
4. Тавровский В.М, Гусев А.В. К чему должна привести информатизация здравоохранения. Попытка спроектировть будущее. / Врач и информационные технологии. 2011. №5. С. 60–76.
5. Тавровский В.М. Управление ЛДП в стационаре и поликлинике. URL: http://vmtavr2.narod.ru/stac.htm
6. Блюм В.С., Заболотский В.П. Мысленный эксперимент по организации учета и обработки информационных медицинских услуг. / Врач и информационные технологии. №4. 2009. С. 27–35.

Денисова Д.М.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ УСПЕШНОСТИ НА ПСИХОСОМАТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Введение

Человеческая потребность в социальной успешности развилась из присущего всем живым существам стремления к выживанию. У животных, которым присуща способность формировать постоянные сложно организованные группы, положение в иерархии влияет на доступ к ресурсам и шансы передать гены потомству. Однако человеческий вид перешёл на такую ступень развития, при которой стремление к достижению высокого статуса уже не служит одному лишь выживанию. Сегодня для поддержания жизни и даже продолжения рода людям требуется куда меньше усилий, чем для повышения статуса, и всё равно потребность в успешности сохраняется.

Разумеется, человеческое общество имеет слишком сложную структуру, чтобы можно было говорить о некой абсолютной шкале успешности. Существует великое множество социальных групп; один и тот же человек может иметь высокий статус в одной группе и низкий – в другой. Поэтому представления конкретного индивида о его собственной успешности зависят в первую очередь от того, как он оценивает своё положение внутри групп, являющихся для него референтными. На основе представлений этих групп о качествах и достижениях человека, которые требуются для того, чтобы занять более высокое место в иерархии, как правило, формируются индивидуальные представления.

Социальная успешность – как субъективная, так и проявляющаяся в виде высокого статуса и доступа к большому количеству материальных благ, – важный ресурс, от которого зависит степень индивидуальной устойчивости к психосоматическим нарушениям.

Актуальность проблемы обусловлена тем, что в связи с процессами глобализации жители России оказались в ситуации выбора между великим множеством референтных групп и присущих им наборов представлений об успешном человеке. Если одни принимают такое разнообразие как признак положительного развития общества в соответствии с гуманистическими ценностями, то у других отсутствие жёстких норм вызывает дискомфорт и стресс. В этой статье рассмотрен ряд теоретических концепций и экспериментальных исследований влияния социальной успешности на психосоматическое благополучие человека, в частности, на его стрессоустойчивость.

1. Стресс как фактор риска психосоматических расстройств

По данным Американской психологической ассоциации, полученным в 2007 году [23], 77% населения США испытывают связанные со стрессом соматические симптомы. При этом 79% американцев относятся к стрессу как к естественной и неизбежной части человеческой жизни. Несмотря на то, что опрошенные в большинстве своём (82%) считают, что хорошо справляются со стрессом, 49% отмечают негативное влияние стресса на своё эмоциональное благополучие, а 46% - на состояние организма. В качестве основных психологических последствий стресса выделяют повышенную раздражительность и гневливость, а в качестве физиологических последствий – утомляемость и головную боль. Однако только 7% опрошенных обратилось за профессиональной помощью в связи со стрессом. В целом исследователями был отмечен низкий уровень осознания связи между стрессом и проблемами со здоровьем среди населения.

В России же хроническому психосоциальному стрессу подвержено около 70% населения [5]. Согласно опросу Фонда общественного мнения от 2006 года, только 6% россиян обращались за помощью к психологам [4]. 47% утверждают, что не обратятся за психологической помощью ни при каких обстоятельствах, обосновывая это тем, что они сами, без вмешательства посторонних, в состоянии решить свои проблемы. Таким образом, можно говорить об отсутствии в России культуры психологического здоровья и массовой недооценке негативного влияния стресса на состояние организма.

Исследования выявили целый ряд негативных последствий стресса как для соматического, так и для психологического благополучия человека. В число соматических нарушений, которым способствует стресс, входят псориаз, экзема, язва двенадцатиперстной кишки, гипертония, болезни сердца, онкологические заболевания [3,14,15,19].

Вызванные стрессом физиологические изменения влияют на поведение живых организмов. Эксперименты на животных показали, что продолжительное воздействие на организм гормонов стресса вызывает структурные изменения головного мозга, нарушающие его нормальную деятельность и снижающие способность к ситуативной адаптации. Стратегии принятия решений изменяются в сторону большей ригидности [7]; повышается уровень агрессии [17]. Мозг человека также подвержен подобным изменениям. Учёные Стэнфордского университета при помощи магнитно-резонансной томографии высокого разрешения обнаружили связь между посттравматическим стрессовым расстройством и уменьшением объёма гиппокампуса – части головного мозга, отвечающей за определённые типы памяти и способность к обучению. Такие же изменения наблюдались в мозгу больных синдромом Кушинга, для которого характерно повышенное выделение кортизола [21].

На личностном уровне также происходят изменения. Стресс способен усугубить психические расстройства, приводящие к виктимизации.

Разновидностью реакции на хронический стресс является также формирование личности по авторитарному типу. Личностный авторитаризм – это синдром, сочетающий в себе ряд психологических особенностей, за счёт которых человек испытывает потребность быть частью иерархической общественной структуры. Согласно концепции Й. Сууркюлы [24], это проявление поведения, ориентированного на выживание, которое запускается острой стрессовой ситуацией и имеет функцию обеспечения выживания в случае опасности. Оно проявляется в том, что способность к мышлению и оценке последствий подавляется, и включаются инстинктивные, примитивные реакции.

В пользу предложенной Сууркюлой концепции поведения, ориентированного на выживание, свидетельствует эксперимент, проведённый сотрудниками Trust Centre for Neuroimaging, UCL в 2007 году. При помощи компьютерной игры с болевой стимуляцией в случае проигрыша была создана стрессовая ситуация для испытуемых. Одновременно они подвергались функциональной магнитно-резонансной томографии. Было установлено, что в стрессовой ситуации мозговая активность человека изменяется по мере приближения угрозы. Пока угрожающий объект находится достаточно далеко, наиболее активна префронтальная кора, отвечающая за сложное стратегическое планирование. Когда угроза приближается, активность мгновенно смещается в район, окружающий водопровод мозга и отвечающий за примитивные реакции нападения, бегства или замирания [18].

С юных лет авторитарные индивиды используют две стратегии защиты от стресса. Первая – развитие защитных механизмов (искажение, преуменьшение значимости, игнорирование фактов). Такая защита снижает способность к адекватной оценке ситуации, способность к вынесению верных суждений. Вторая – стремление повысить предсказуемость жизненных обстоятельств. Она проявляется в виде преувеличенной потребности контролировать ситуацию и нетерпимости ко всему, что способно вызвать перемены в привычной обстановке, будь то необычные мнения, идеи или поведение.

Сходную концепцию предложила К. Штеннер, обозначив эту стратегию защиты как стремление к единообразию и устранению различий внутри социальной среды. В качестве нормативных угроз – факторов, запускающих этот защитный механизм, – она назвала недоверие к руководству, отсутствие единых социальных норм или спорные нормы, общественное разногласие в вопросах ценностей, распространение непривычных форм самовыражения [22; 25].

Й. Сууркюла выделил также дополнительные характеристики, сопутствующие поведению, ориентированному на выживание:

1. Подозрительность вплоть до параноидальных тенденций.
2. Повышенная агрессивность.
3. Стремление к популярности.
4. Манипулятивность.

Из двух последних пунктов следует, что носители авторитарного синдрома готовы прилагать большие усилия, чтобы скрывать свои негативные поведенческие тенденции, если в окружающем их социуме они непопулярны и считаются признаком плохой адаптации. Некоторые из них способны производить впечатление уравновешенных, дружелюбных и обаятельных людей, добиваясь таким образом общественного признания.

Для личности, сформировавшейся по авторитарному типу, характерна сосредоточенность на соматическом аспекте психосоматического расстройства и отрицание наличия психологических проблем. Люди с низким уровнем авторитарности, напротив, обращают большее внимание на адаптационные и эмоциональные трудности. Если в контрольной группе жалобы на соматические симптомы положительно коррелировали с соответствующими клиническими диагнозами, то в группе носителей авторитарного синдрома корреляция была отрицательная [6].

Результаты этого исследования можно объяснить классической концепцией авторитарной личности Т. Адорно [1], который выделил 9 составных компонентов авторитарного синдрома. В их число входит антиинтрацепция - неприязненное и нетерпимое отношение к любым проявлениям субъективности, эмоциональности и «мягкодушия», чувственным удовольствиям и воображению. Внутренняя схема мира строится авторитарной личностью на основе четких и однозначных фактов, а субъективность несет угрозу определенности этой схемы. Таким образом, авторитарные индивиды отрицают возможность наличия у себя психологических проблем, материалистически объясняя своё состояние недугами исключительно телесного характера.

Поведенческие изменения в стрессовых ситуациях наблюдаются и у людей, не являющихся носителями авторитарного синдрома. В 1976 году Э. Фодором [10] были проведены экспериментальные исследования влияния стресса на выбор авторитарной стратегии руководства. В эксперименте участвовали две группы из 25 человек, занимающих руководящие должности. В контрольной группе поддерживалось нейтральное эмоциональное состояние, а в экспериментальной искусственно создавалась стрессовая обстановка. Была создана шкала оценки авторитарности стиля руководства. Результаты показали, что подверженные стрессу руководители чаще прибегали к авторитарным моделям руководства [26].

2. Успешность как один из ресурсов стрессоустойчивости индивида

В теориях стресса ресурсы – это факторы, которые защищают человека от разрушительных психологических (таких как гнев, тревожность), физиологических (сниженная способность к восстановлению организма) и поведенческих (ошибки, снижение качества работы) реакций на стрессоры. Социальную успешность можно рассматривать как один из ресурсов стрессоустойчивости. С. Гребнер, А. Эльферинг и Н. Семмер [13] предложили модель ресурса успешности. Согласно ей, субъективную успешность обеспечивают четыре фактора:

1. Достижение личных целей;
2. Просоциальная успешность (осознание своей полезности другим людям и обществу);
3. Положительная обратная связь (одобрение окружающих, поощрения);
4. Карьерная успешность.

Психофизиологические исследования показали, что социальный статус влияет на общий уровень здоровья человека [16] и, в частности, на выраженность стрессовой реакции в ответ на раздражители. У работников, имеющих более низкий тарифный разряд, наблюдается повышенный уровень кортизола в слюне по сравнению с работниками на более высокооплачиваемых должностях [12]. Кроме того, между психосоциальными симптомами и статусом в коллективе существует двусторонняя связь. Как показал эксперимент М. Феккес и других на детском коллективе, жертвы травли (как правило, непопулярные члены коллектива) подвержены большему риску возникновения психосоматических и психосоциальных расстройств. При этом верно и то, что такие симптомы как депрессия и тревожность увеличивают вероятность того, что член коллектива будет подвергаться травле [9]. У активных участников травли повышенная склонность к психосоматическим расстройствам не выявлена [10].

С точки зрения теории поведения, ориентированного на выживание, которая рассматривает личностную авторитарность как симптом хронического стресса, взаимосвязь социального статуса и психологического благополучия очевидна. Факторы, вызывающие чувство собственной ущербности, например, материальное неблагополучие, выступают в роли социальных предпосылок формирования авторитарных черт. Они могут оказывать влияние на структуру личности в значительно более позднем возрасте, чем чисто психологические факторы. Так, согласно данным исследований, приведённых Б. Альтемейером, «авторитарные черты чаще проявляются у людей старше 30 лет, чем

у более молодых, у менее образованных (что, очевидно, связано с когнитивными особенностями данного типа), в более бедных и обделенных социальных слоях, а в буржуазной среде главным образом у мелких собственников с относительно низкими доходами [4; 298]». По мнению Г.Г. Дилигенского, возрастные характеристики авторитарных личностей объясняются тем, что после достижения среднего возраста люди начинают терять надежду на лучшее будущее. Что касается фактора образования, лонгитюдное исследование студентов высших учебных заведений (Peterson, Lane, 2001) показало, что в ходе четырёх лет обучения уровень авторитаризма правого крыла у испытуемых снизился. Этим результатам можно предложить два объяснения. С одной стороны, получение образования – один из способов достижения социальной успешности, которая служит ресурсом для преодоления стресса. С другой стороны, сам процесс обучения – работа с зачастую противоречивой информацией в безопасной обстановке – может служить своего рода экспозиционной терапией, позволяющей снизить страх перед переменами в окружающем мире.

У. Дресслером была предложена модель взаимосвязи социокультурных стрессоров и психосоматических симптомов в культурном контексте. В ситуации перемен, повышающих социальное расслоение, тип и происхождение стресса, которому подвергаются люди, зависит от того, насколько успешно они совершают социальный подъём. Для людей, неспособных к восходящей социальной мобильности, характерен стресс, вызванный особенностями образа жизни; он возникает на почве фрустрации, вызванной притязаниями на более высокий статус и невозможностью его достичь из-за материальных ограничений. На людей, успешно совершающих социальный подъём, в большей мере влияют интрапсихические стрессоры. Восприятие значимых событий и обстоятельств как угрозы их идентичности приводит к возникновению психосоматических симптомов. Модель была протестирована на случайной выборке из ста человек в возрасте от 40 до 49 лет; в качестве показателя психосоматических нарушений было выбрано повышенное кровяное давление. Полученные данные подтвердили существование двух социальных механизмов возникновения стресса [8].

Исследования, проведённые в различных странах мира, показывают, что одним из важнейших факторов, влияющих на уровень здоровья в том или ином государстве, является показатель неравенства доходов. В странах, достигших такого уровня социально-экономического развития, при котором ведущей причиной смерти являются не инфекционные, а хронические заболевания, продолжительность жизни имеет более выраженную корреляцию с равенством доходов, чем с валоваловым национальным доходом. Так, например, в Греции, где показатель ВНД ниже, чем в США, продолжительность жизни, тем не менее, выше. Наибольшая продолжительность жизни отмечается у жителей Японии и Швеции, стран с наименьшим неравенством уровня доходов.

Такая же корреляция наблюдается внутри одной страны при сравнении разных регионов. Для тех штатов США, где социальное расслоение минимально, характерна не только более высокая продолжительность жизни, но и наименьшее число убийств.

Исследователями [20] выдвинута гипотеза о том, что решающая роль социального равенства как детерминанты здоровья населения обусловлена неприспособленностью человека к столь выраженным статусным различиям и опосредована психологически. Например, Уайтхоллское лонгитюдное исследование социальных детерминант здоровья выявило, что у испытуемых из группы с наименьшим уровнем доходов риск смерти от сердечно-сосудистых заболеваний был в четыре раза выше, чем у группы с наивысшим уровнем доходов. В контексте исследования «наименьший уровень доходов» не означал бедственное материальное положение: у всех испытуемых было своё жильё, автомобиль, телевизор.

3. Зависимость социальной успешности индивида от личностных факторов

Существует ряд социально-психологических характеристик, влияющих на социальную успешность и, как следствие, на уровень риска психосоматических нарушений. Е. Гайворонская приводит следующий список личностных диспозиций, отрицательно коррелирующих с социальной успешностью:

1. Внешний локус контроля;
2. Высокая тревожность;
3. Дезадаптивность;
4. Эскапизм.

Качество жизни носителей этих характеристик, как правило, снижено за счёт

психосоматических расстройств. Что касается успешных здоровых индивидов, для них характерны такие качества, как внутренний локус контроля, низкая тревожность, реализм и адаптивность [2].

Самооценка оказывает опосредующее влияние на психологическую и нейроэндокринную реакцию человека в ситуации социальной неудачи. Исследование М. Форд и Н. Коллинс выявило это влияние на примере ситуации межличностного отторжения. Было обнаружено, что испытуемые с пониженной самооценкой более склонны реагировать на ситуацию отторжения выделением кортизола, самообвинением и психологической защитой в виде умаления значимости отвергнувшего

их человека. Непосредственного влияния на уровень достижений самооценка не оказывает [11], хотя успешность в той или иной деятельности может повышать уровень самооценки. Не выявлено и влияние самооценки на склонность к выбору здорового образа жизни.

Заключение

Обобщая собранную информацию, можно придти к выводу, что субъективная и объективная социальная успешность являются важными факторами психосоматического благополучия индивида и повышают его способность адаптироваться к среде.

Наиболее благоприятными для здоровья человека являются условия минимального уровня социального расслоения. При выраженном социальном неравенстве люди с низким уровнем дохода подвержены многократно большему риску хронических заболеваний по сравнению с более богатыми людьми. При этом для них характерен специфический тип стресса, обусловленный не столько материальными трудностями, сколько уровнем притязаний.

Восприимчивость к тем или иным стрессорам зависит как от места человека в социуме, так и от характеристик его личности. В то же время, стресс может приводить к усугублению ряда уже существующих психосоматических расстройств и препятствующих достижению успешности личностных черт. Для человека под воздействием стресса характерно поведение, ориентированное на выживание, также известное как авторитарное поведение. Если стресс носит хронический характер, у человека формируется авторитарный синдром, влияющий на специфику его представлений о социальной успешности и, следовательно, на стиль использования этого ресурса.

Самооценка влияет на способность человека к совладанию с ситуацией фрустрации потребности в успехе и, как следствие, на риск развития связанных со стрессом соматических симптомов.

Таким образом, комплексное психофизиологическое и социально-психологическое исследование проблемы социальной успешности может дать значительно более полное представление о влиянии стресса на организм человека с учётом его положения в социуме

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адорно Т. Исследование авторитарной личности. Под ред. д. филос. н. В.П. Култыгина. // М.: Серебряные нити, 2001. 416 с.
2. Гайворонская Е, Воронцова Ю, Морковина Д. Личностные диспозиции как фактор здоровья и социальной успешности индивида. Воронеж, Научно-медицинский вестник Центрального Черноземья, 2010, № 39, 1-й квартал. URL: http://www.vsma.ac.ru/publ/vest/039/site/index7.html (дата обращения:18.09.12).
3. Никольская И., Гусева И., Близневская Е., Третьякова Т. Роль тревожных расстройств при гипертонической болезни и возможности их коррекции. М., Лечащий врач, 2007, №3, с. 89–91.
4. Профессиональные психологи в России. Опрос населения. ФОМ, 2006. URL: http://bd.fom.ru/report/map/dd062126/ (дата обращения:29.04.13).
5. Чазов Е.И. Ишемическая болезнь сердца и возможности повышения эффективности ее лечения. / Ишемическая болезнь сердца 2000, №1.
6. Berger M., Bernad P. Somatic Fixation and the Authoritarian Personality. The University of Ottawa Medical Journal 16: 16–20, 1971.
7. Dias-Ferreira E., Sousa J.C., Melo I., Morgado P., Mesquita A.R., Cerqueira J.J., Costa R.M., Sousa N. (2009). "Chronic Stress Causes Frontostriatal Reorganization and Affects Decision-Making". Science 325 (5940): 621–625.
8. Dressler W. Psychosomatic symptoms, stress, and modernization: a model. Cult Med Psychiatry. 1985 Sep;9(3):257-86.
9. Fekkes M, Pijpers F.I., Fredriks A.M., Vogels T, Verloove-Vanhorick S.P. Do bullied children get ill, or do ill children get bullied? A prospective cohort study on the relationship between bullying and health-related symptoms. Pediatrics. 2006 May;117(5):1568–74.
10. Fekkes M, Pijpers F.I, Verloove-Vanhorick S.P. Bullying behavior and associations with psychosomatic complaints and depression in victims. J Pediatr. 2004 Jan;144(1):17–22.
11. Fodor E. (1976). Group stress, authoritarian style of control, and use of power. Journal of Applied Psychology, 61(3), 313-318.
12. Ford M., Collins N. Self-esteem moderates neuroendocrine and psychological responses to interpersonal rejection. / Journal of Personality and Social Psychology, Vol 98, 3, 405-419, 2010.
13. Ganster D., Perrewe P. New Developments in Theoretical and Conceptual Approaches to Job Stress. // Emerald Group Publishing Ltd, 2010.
14. Heller M.M, Lee E.S, Koo J.Y. Stress as an influencing factor in psoriasis. Skin Therapy Letter 2011 May;16(5):1–4.
15. Kamarck T. Psychosocial stress and cardiovascular disease: An exposure science perspective. Psychological Science Agenda..American Psychological Association, April 2012. URL: http://www.apa.org/science/about/psa/2012/04/stress-cardiovascular.aspx (дата обращения: 17.04.13)
16. Marmot M., Wilkinson R. Social Determinants of Health. Oxford University Press, 2006. 366 pp.
17. Mineur Y.S., Prasol D.J., Belzung C., Crusio W.E. (September 2003). "Agonistic behavior and unpredictable chronic mild stress in mice". Behavior Genetics 33 (5): 513–519.
18. Mobbs D. et al. When Fear is Near: Threat Imminence Elicits Prefrontal-Periaqueductal Gray Shifts in Humans. – Science 317, 1079 (2007)).
19. Panconesi E., Hautmann G. Psychophysiology of Stress in Dermatology: The Psychobiologic Pattern of Psychosomatics. Dermatologic Clinics Volume 14 Number 3 July 1996.
20. Ritterman J. The Beloved Community: From Civil Rights Dream to Public Health Imperative. URL: http://xnet.kp.org/ permanentejournal/ winter04/beloved.html (дата обращения: 17.04.13)
21. Sapolsky R. Why Stress Is Bad for Your Brain. Science 9 August 1996: Vol. 273 no. 5276 pp. 749–750
22. Stenner Karen. The authoritarian dynamic. Cambridge University Press, 2005 – 370 p.
23. Stress in America. American Psychological Association, 2007. URL: http://www.google.ru/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=6&ved=0CE4QFjAF&url=http%3A%2F%2Fwww.apa.org%2Fpubs%2Finfo%2Freports%2F2007-stress.doc&ei=kTVYUNn2E6jd4QTZ8IHADA&usg=AFQjCNG5oIFj1kTqn6obK_qK8Xkp8mDZaw&cad=rjt (дата обращения:18.09.12)
24. Suurküla Jaan. Stress, Mind and Leadership. URL: http://drgrandville2.wordpress.com/most-problematic/ (дата обращения: 17.04.13)

Жвалевский О.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

МЕТОДИКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕНЗОТРЕМОРОГРАММ

Введение

При прохождении профилактических осмотров и диспансеризаций, а, также, при проведении медико-биологических исследований, проводимых в научных целях, регистрируются всевозможные физиологические сигналы. Полученные физиологические сигналы, затем, исследуются специалистами, которые выдают заключения о том, в каком функциональном состоянии находится обследуемый человек: либо состояние испытуемого соответствует норме, и тогда никакого врачебного вмешательства не требуется, либо у испытуемого имеется некоторая патология, и тогда необходимо принять врачебное решение и определить способ лечения данного испытуемого. Если существует математическая модель анализируемого явления, то удаётся построить эффективную методику обработки физиологических сигналов, которая становится частью системы поддержки принятия врачебных решений. Наиболее полный пример хорошо проработанной методики анализа физиологических сигналов — это обработка электрокардиографических данных по Р.М. Баевскому [1]: благодаря наличию математической модели сердечного сокращения, имеется возможность получить точные и достоверные и, что самое важное, хорошо интерпретируемые результаты, позволяющие оценить основные параметры функционирования сердечно-сосудистой системы.

Диагностика болезни Паркинсона [2] — одна из актуальных задач в медицине; особую актуальность приобретает ранняя диагностика болезни Паркинсона (когда ещё существует теоретическая возможность задействовать компенсаторные и восстановительные процессы). Диагностика болезни Паркинсона — это задача на распознавание образов. В самом простом случае речь идёт об определении того, здоров ли человек или он болен болезнью Паркинсона; в более сложном случае отдельно рассматриваются патологии, связанные с синдромом Паркиноснизма (который вовсе не тождественен болезни Паркинсона), и патологии, которые, вообще, не связаны с паркинсонизмом как таковым. В качестве источника сведений о функциональном состоянии испытуемого используются треморограммы, описывающие тремор конечностей. Проф. С.П. Романовым был предложен [3] способ регистрации тремора с применением пьезорезистивных тензодатчиков, а, также, серия измерительных экспериментов, поставленных таким образом, чтобы получить максимально точное и полное представление о физиологических процессах регуляции движений. Назовем треморограммы, полученные указанным способом, тензотреморограммами (или, кратко, ТТГ).

В работе рассматривается задача построения методики математического анализа тезнотреморограмм, основанной на применении методов теории распознавания, методов анализа временных рядов, включая и методы предварительного анализа временных рядов (методы препроцессинга), и методы фрактального анализа временных рядов, а, также, на применении детерминированных и вероятностных алгоритмов отбора информативных признаков.

1. Постановка задачи

Математический анализ физиологических сигналов производится с целью определить функциональное состояние обследуемого испытуемого. В самом простом случае, речь идёт о том, соответствует ли состояние испытуемого норме, или состояние испытуемого соответствует некоторой заданной патологии. Следовательно, оценка функционального состояния испытуемого — это задача теории распознавания образов. Строго говоря, необходимо построить (на основе априорной информации) решающее правило, которое позволяет с приемлемой для практики точностью (и достоверностью) относить предъявляемый сигнал к одному из заранее выбранных классов.

Методика математического анализа физиологических сигналов, по существу, заключается в вычислении информативных признаков — признаков, несущих информацию о функциональном состоянии испытуемого. В действительности, сначала проводится всестороннее рассмотрение анализируемых физиологических сигналов, вычисляются все доступные (технически) и допустимые (в смысле точности и достоверности) наборы потенциально информативных признаков, и, затем, используются выбранные алгоритмы отбора информативных признаков. Как только информативные признаки отобраны, предполагается, что именно эти признаки будут вычисляться каждый раз, когда регистрируется очередной физиологический сигнал, и именно эти признаки будут поступать на вход выбранного решающего правила.

Для точного определения функционального состояния необходимо уметь регистрировать физиологические сигналы, несущие полезную информацию, и методы математического анализа, позволяющие извлечь имеющуюся в физиологических сигналах информацию о функциональном состоянии испытуемого. Постановка измерительных экспериментов, предложенная проф. С.П. Романовым, гарантирует то, что тензотреморограммы содержат всю необходимую для анализа информацию, а те результаты математической обработки тензотреморограмм, которые уже получены, свидетельствуют о целесообразности использования именно тензотреморограмм для объективной оценки функционального состояния испытуемого.

Каждый вид физиологических сигналов требует разработки своего частного метода математического анализа. Вне зависимости от того, каковы физиологические сигналы, возникает проблема априорной информации об анализируемых сигналах, а именно — необходимо иметь:

– некоторое начальное представление о том, какие особенности физиологических сигналов характерны для нормы, а какие — для рассматриваемой патологии;

– гарантированное (высокое) качество априорной информации;

– возможность выделять наиболее характерные особенности предъявляемых сигналов и соотносить их с обнаруженным ранее эталоном.

Из сказанного следует важность углублённого анализа тензотерморограмм, на предмет значимых различий между потенциально информативными признаками тензотреморограмм, и формированием подходящей классификации объектов, в рамках которой удаётся построить эффективную систему распознавания.

Таким образом, в целом, методика математического анализа тензотреморограмм должна отвечать на следующее вопросы:

1. Каковы объекты, поступающие на вход решающего правила?
2. Какова должна быть классификация объектов?
3. Каков должен быть критерий качества классификации?
4. Каковы должны быть алгоритмы отбора информативных признаков?
5. Как вычислять потенциально информативные признаки?

Дадим ниже развёрнутый ответ на каждый вопрос, кратко описывая предполагаемую программу действий, реализующих соответствующую часть исследований.

2. Исходные данные

Объектом исследования, по сути, является результат отдельного измерительного эксперимента или совокупность результатов специальным образом организованной серии измерительных экспериментов. Тензотреморограмма — это результат отдельного измерительного эксперимента. Каждая тензотреморограмма представляет собою оцифрованную запись удерживаемого испытуемым усилия, сделанную одновременно для двух рук испытуемого. Фактически, на выходе аналогово-цифрового преобразователя имеются четыре временных ряда (представленные в таблице 1): усилие регистрируется непосредственно, а тремор — это результат аналогового (через аналоговый интегратор) преобразования регистрируемого усилия. При регистрации усилия испытуемый следит за удерживаемым им усилием (другими словами, используется биологическая обратная связь), так что заранее известно о наличии внутренней связи между структурой временного ряда, соответствующего левой руке, и структурой временного ряда, соответствующего правой руке. Таким образом, каждую ТТГ можно воспринимать как четырёхмерный временной ряд, составленный из четырёх временных рядов, связанных друг с другом как функционально (тремор как результат преобразования усилия), так и структурно (структурная связь между записью левой руки и записью правой руки).

Таблица 1

Регистрируемые временные ряды на выходе АЦП

№	**Расшифровка**
1	Тремор левой руки
2	Тремор правой руки
3	Усилие левой руки
4	Усилие правой руки

Для того, чтобы выявить все особенности процессов регуляции движений, проф. С.П. Романов предложил серию измерительных экспериментов, наиболее важная часть которых состоит из четырёх экспериментов, представленных в таблице 2. Возможны, а иногда и просто необходимы, дополнительные эксперименты (предполагающие другую постановку эксперимента), предоставляющие дополнительную информацию о процессах регуляции движений.

Таблица 2

Виды измерительных экспериментов (типы тензотреморограмм)

№	**Вид эксперимента**
1	Удержание усилия кончиками пальцев при минимальном усилии
2	Удержание усилия кончиками пальцев при максимальном усилии
3	Удержание усилия вытянутыми руками при минимальном усилии
4	Удержание усилия вытянутыми руками при максимальном усилии

Каждый эксперимент порождает ТТГ своего типа, так что за одно обследование создаётся несколько ТТГ различных типов. Характер колебаний, отвечающим различным видам экспериментов, различен у различных классов испытуемых. Методы математического анализа ТТГ предназначены, в первую очередь, для анализа этих различий. Таким образом, методы анализа ТТГ можно условно разделить на те методы, в которых различные типы ТТГ обрабатываются отдельно друг от друга, и на те методы, в которых различные типы ТТГ обрабатываются комплексно.

Нас интересует то функциональное состояние, в котором находился испытуемый в момент проведения измерительного эксперимента. Вообще говоря, в различные моменты времени обследуемый находится в различных функциональных состояниях и мы должны научиться адекватно оценивать это состояние. Поэтому, объектом, относительного которого должно быть принято решение, будет отдельно взятая ТТГ или совокупность ТТГ, полученных в ходе одного отдельно взятого обследования конкретного испытуемого.

3. Классификация объектов

Классификация объектов, очевидно, соответствует структуре рассматриваемых функциональных состояний. В самом простом случае, мы будем иметь дело с бинарной классификацией: первый класс — это класс здоровых испытуемых, второй класс — это класс людей, больных болезнью Паркинсона (БП).

Первая принципиальная трудность заключается в том, чтобы указать или предъявить тензотреморограмму абсолютно здорового человека. Единственный поставщик априорной информации — это врач-клиницист, у которого может быть лишь некоторое представление о том, как выглядит норма и как проявляет себя патология. Математический анализ физиологических сигналов требуется для того, чтобы дать количественную оценку уклонения от нормы, и чтобы определить меру этого уклонения, достаточную для отнесения объекта (ТТГ) либо к классу здоровых, либо к классу больных БП. Крайне важно, точно определять наличие (или отсутствие) БП, поскольку, на практике, совершения ошибок первого (ошибочное отнесение здорового испытуемого к классу больных или т.н. «ложная тревога») и второго (ошибочное отнесение больного испытуемого к классу здоровых или т.н. «пропуск цели») рода приводит к крайне негативным последствиям. В частности, ошибочный диагноз БП приводит к назначению лекарственной терапии, что провоцирует развитие реального лекарственного паркинсонизма.

Вторая принципиальная трудность — это наличие разных видов патологий. Во-первых, различают, собственно, БП и т.н. синдром паркинсонизма (СП): под синдромом понимают совокупность заболеваний, имеющих общую с БП симптоматику, но обязанные своим происхождением весьма различным факторам. Во-вторых, у каждого человека — свои, совершенно индивидуальные проявления БП (или СП): то, что у одного человека присутствует в явной форме, у другого человека находится в скрытой форме и может проявить себя только в определённых условиях. В-третьих, БП сама по себе может находиться у человека в скрытой форме, и тогда на первый план выходит проблема (или задача?) раннего обнаружения БП (желательно на той стадии, когда ещё можно задействовать компенсаторные или восстановительные процессы).

Третья принципиальная трудность заключается в том, что больные испытуемые проходят назначенную врачом лекарственную терапию, которая призвана как-либо ослабить или подавить проявления БП. Лекарства имеют весьма ограниченный период действия, поэтому для получения ТТГ такого испытуемого приходится выдерживать паузу и временно снимать лекарства. В соответствии с этим, в распознавании будут принимать и как «чистые» объекты (т.н. «фон»), так и объекты, соответствующие изменённому состоянию. В тоже время, анализ изменений, вызванный приёмом или отменой определённого лекарства доставляет важную информацию о характере патологии данного испытуемого.

В соответствии с данной схемой, у нас может быть несколько допустимых вариантов классификации, в каждый из которых будут входить некоторые из представленных в таблице 3 классов.

Априорная классификация вполне может ограничиваться первыми двумя, тремя или, или, даже, всеми, четырьмя классами (или, некоторыми совокупностями указанных классов). Но это будет именно что классификация испытуемых. В действительности, приходится иметь дело с классификацией ТТГ, а это означает введение дополнительных классов, связанных с приёмом и/или отменой лекарственных препаратов.

Таблица 3

Классификация испытуемых/тензотреморограмм

№	**Класс испытуемых/тензотреморограмм**
1	Класс безусловно здоровых
2	Класс больных, собственно, болезнью Паркинсона
3	Класс больных синдромом паркинсонизма
4	Класс испытуемых, обладающих патологией не связанной с болезнью Паркинсона или синдромом паркинсонизма

Однако, возможно введение и дополнительных классов. Примером такого искусственно введённого класса может служить класс неизвестных испытуемых или класс неопределённых ТТГ. При этом, к этому классу могут быть отнесены некоторые объекты ещё на этапе обучения (и это станет частью априорной информации). В тоже время, уже на этапе распознавания, решающее правило может относить к этому классу предъявляемые объекты в случае, если нет уверенности в том, что предъявляемый объект относится к классу здоровых, или он относится к классу больных (с той или иной патологией).

В любом случае, оптимальной будет такая классификация, которая, во-первых, минимизирует количество ошибок распознавания (по любой описываемой ниже схеме учёта ошибок распознавания), и, во-вторых, более всего отвечает реальной структуре функциональных состояний, и которая, следовательно, является физиологически обоснованной.

4. Критерий качества классификации

В соответствии с принятой классификацией выбирается и критерий качества классификации (качества распознавания). Если рассматривается бинарное решающее правило — правило, которое относит предъявляемый объект к одному из двух классов (например, класс здоровых и класс больных), то возникают ошибки первого рода и ошибки второго рода. Можно минимизировать общее количество ошибок распознавания, и тогда разделение ошибок на ошибки первого рода и на ошибки второго рода не существенно. В действительности, ошибки первого и второго рода неравноценны, и, вообще говоря, необходимо вводить в рассмотрение риски и рассчитывать средний риск. Далее, на практике имеет смысл по-разному поступать с различными ошибками: например, можно задать некоторый порог для ошибки одного рода и минимизировать ошибку другого рода. В частности, можно ограничить некоторым числом количество ошибочных отнесений больных болезнью Паркинсона к классу здоровых и минимизировать количество ошибочных отнесений здоровых испытуемых к классу больных болезнью Паркинсона.

Ситуация существенно усложняется при введении в классификацию нового класса. Во-первых, возрастёт количество возможных комбинаций ошибок, а, во-вторых, появится и соответствующее количество вариантов построения решающего правила (например: одно ограничиваем, а другое минимизируем). Эта ситуация возникнет либо в случае, если, например, используется класс испытуемых, больных синдромом паркинсонизма (в противовес классу испытуемых больных болезнью Паркинсона), либо в случае, если в систему распознавания искусственно вводится класс неопределённых объектов (класс «Не знаю»).

Бинарная классификация (в случае наивного классификатора) позволяет достигать результата, более оптимального, чем при применении классификации с большим числом классов, однако, бинарная классификация является, очевидно, и наиболее грубой. Более подробные классификации нужны для того, чтобы, например, отделить один вид патологии от другого (а от этого может зависеть и способ лечения). Некоторой попыткой совместить наилучшие оптимизационные свойства бинарной классификации и возможность тонкого разделения объектов на множество различных классов является применение иерархической классификации, когда классификация (распознавание) проводится в несколько этапов, причём, на каждом этапе используется какая-то своя бинарная классификация и используется свой критерий качества классификации (распознавания). Всё это превращает систему распознавания в многоуровневую, где нет какого-то одного решающего правила, и, соответственно, построение такой системы оказывается решением задачи многокритериальной оптимизации.

Организация многоуровневой системы распознавания наиболее полно отвечает современным тенденциям: современный подход к анализу экспериментальных данных состоит в том, на каждом этапе используется не какой-то один метод или способ, а применяется некоторый набор т.н. «слабых алгоритмов», каждый из которых в отдельности, если и способен находить закономерности, то только какую-то их весьма ограниченную часть, зато комбинация таких слабых методов позволяет выявить уже относительно полный набор закономерностей и, что представляется наиболее существенным, позволяет отбраковать множество ложных закономерностей связанных либо с т.н. переобучением системы распознавания, либо с вычислительными особенностями выбранных методов и алгоритмов.

5. Алгоритмы отбора информативных признаков

В соответствии с выбранным критерием качества классификации (или, в целом, схемы классификации) из полного набора потенциально информативных признаков выбирается набор признаков, которые являются наиболее информативными с точки зрения выбранного критерия качества классификации.

В самом простом случае, каждый объект представлен временным рядом. Выбрав тот или иной метод математического анализа временных рядов, можно получить набор числовых характеристик, каждый из которых претендует на то, чтобы участвовать в системе распознавания в качестве информативного признака, то есть, является потенциально информативным. Если вычислить один и тот же набор потенциально информативных признаков для некоторой (обучающей) выборки экспериментальных данных, и, затем, провести полный перебор всех возможных наборов признаков (то

есть, рассмотреть все подмножества заданного множества потенциально информативных признаков), то можно получить один или несколько оптимальных (в смысле выбранного критерия) наборов. В действительности, полный перебор не всегда может быть осуществлён непосредственно, и, поэтому, прибегают к помощи специализированных эвристических процедур — алгоритмов отбора информативных признаков.

Рассмотрим два вида таких процедур: детерминированные и вероятностные [4,5].

Детерминированные алгоритмы позволяют последовательно перебирать различные наборы признаков с целью либо получить оптимальный набор, либо получить набор, состоящий из определённого заранее количества признаков. Сюда относится алгоритм *ADD*, в котором, сначала, фиксируется набор из одного или нескольких признаков, и, затем, рассматриваются все возможные варианты присоединения к набору ещё одного признака, сравниваются результаты распознавания, и выбирается тот признак, который даёт наилучшие результаты; далее, производится новая попытка добавить в набор ещё один признак из оставшихся. Алгоритм *DEL* действует противоположным образом: сначала берётся наиболее полный набор признаков, и из него начинают последовательно удалять признаки так, чтобы на каждом шаге улучшить (или, по крайней мере, не ухудшить) результаты распознавания. Если, однако, начать с признака, который не входит в оптимальный набор (оптимальный набор всегда существует), то алгоритм *ADD* никогда не приведёт к нужному результату (оптимальному набору). И совершенно не обязательно существование такого порядка присоединения признаков, входящих в оптимальный набор, который (порядок) позволил бы получить этот же самый оптимальный набор, если используется алгоритм *ADD*. В тоже время, если применяется алгоритм *DEL*, то, в свою очередь, на каком-то этапе может быть *удалён* признак, заведомо *входящий* в оптимальный набор. Или, аналогично, при применении алгоритма *ADD*, на каком-то этапе может быть *добавлен* признак, заведомо *не входящий* в оптимальный набор. Таким образом, выполнение детерминированных алгоритмов существенно зависит от порядка перебора признаков, что является очевидным недостатком таких алгоритмов. Тем не менее, результат применения детерминированных алгоритмов может давать результаты близкие к оптимальным, а, учитывая их тривиальную программную реализацию, то такие алгоритмы оказываются пригодными для отбора информативных признаков в (псевдо)реальном масштабе времени.

В качестве примера вероятностного алгоритма можно привести метод *адаптивного поиска с адаптацией*. Здесь с самого начала выбирается требуемое количество признаков, а самим потенциально информативным признакам сообщаются равные вероятности (веса). Затем, несколько раз случайно формируются наборы признаков, и среди них выбирается наилучший. Далее, признаки, входящие в наилучший набор поощряются (на некоторую заранее заданную величину), остальные признаки, в свою очередь, наказываются (также на некоторую заранее заданную величину). Многократное повторение пересчёта вероятностей в соответствии с указанным правилом приводит к тому, что веса каких-то признаков существенно возрастают, вот именно эти признаки (в требуемом количестве), в конечном итоге, и считаются отобранными, а их набор объявляются эффективным. Многократное повторение и случайный способ формирования наборов на каждом этапе призваны преодолеть недостатки, свойственные детерминированным алгоритмам отбора информативных признаков. Сюда непосредственно примыкают эвристические алгоритмы, основанные на применении нейронных сетей или генетических алгоритмов.

Следует обратить внимание на возможность конструирования более сложных алгоритмов на основе простых. Во-первых, можно чередовать в различных сочетаниях и комбинациях применение алгоритмов *ADD* и *DEL*. Во-вторых, возможно одновременное рассмотрение нескольких конкурирующих наборов, что, конечно, частично возвращает к полному перебору, однако, здесь возможно построение оптимальных вычислительных схем. В любом случае, любое решение будет результатом некоторого компромисса между оптимальностью и вычислительной эффективностью. В тоже время, современные вычислительные средства, позволяют (в некоторых случаях) реабилитировать полный перебор, а сопоставление результатов эвристических процедур с результатами полного перебора делают возможным разработку более эффективных алгоритмов.

6. Методы препроцесинга (предварительный анализ временных рядов)

Методы математического анализа временных рядов весьма разнообразны. Каждый такой метод позволяет получить одну и или несколько числовых характеристик, описывающих временной ряд. В идеале, результатом применения метода должна быть одна характеристика, которая хорошо разделяет объекты различных классов.

Можно было бы ожидать, что таким методом будет метод обыкновенного гармонического анализа, при помощи которого осуществляется переход из временной области в спектральную область. В частности, представление ТТГ в частотной области во многих случаях даёт кое-какую информацию о функциональном состоянии испытуемого, но такое представление не является надёжным. Во-первых, применение гармонического анализа имеет смысл только для стационарных сигналов. И, действительно, ТТГ людей больных БП или СП нередко имеют вид регулярных колебаний, однако, мы хотим единообразно обрабатывать любые ТТГ и получать надёжные результаты. Во-вторых, как только

предъявляются ТТГ смешанного типа или ТТГ здоровых испытуемых, в формировании которых участвует существенно большее источников колебаний, спектральная картина становится сложной, и далеко не всегда удаётся даже фильтрацией разделить полезный сигнал и посторонний шум. Не говоря уже о том, что вовсе не очевидно, что именно является полезным сигналом, а что — шумом, который необходимо каким-либо образом отделить от полезного сигнала, при этом, не исказив существенным образом полезный сигнал.

Попытка применить (в противовес гармоническому анализу) метод разложения на эмпирические составляющие (или моды) с последующим применением метода главных компонент оказывается успешной, в том числе, и в плане интерпретации получаемых результатов. [6] Но, вместе с тем, достигнутые результаты требуют дальнейшего исследования, сам подход требует развития и всестороннего обоснования.

Другое направление исследований заключается в попытке применить более адекватные методы анализа физиологических сигналов. Сюда относятся методы фрактального анализа, применение которых определяется, прежде всего, нестационарностью анализируемых временных рядов. Если говорить точнее, то, как раз, результат фрактального анализа говорит о том, какова мера регулярности (стационарности). То, что функциональному состоянию в норме, соответствует нестационарный временной ряд, а патология проявляется в виде всё более регулярных колебаний, является первейшим признаком необходимости обратиться к фрактальным методам анализа временных рядов [7].

Дальнейшие исследования приводят к необходимости разделить анализ временных рядов на два последовательных этапа:

1. Этап предварительного анализа временного ряда.
2. Этап основного анализа.

Цель предварительного анализа — заменить исходный временной ряд на другой числовой ряд или на какие-либо структурированное представление, которое позволяет описать наиболее существенные особенности и, при этом, подготовить данные для последующего анализа. Методы предварительного анализа временных рядов (которые ещё называют методами препроцессинга), приобретают в настоящее время принципиальное значение, поскольку без их применения применимость любого основного вида анализа оказывается под большим вопросом: прежде чем как-либо обрабатывать экспериментальные данные, необходимо должным образом их подготовить имеющиеся данные, чтобы, по крайней мере, исключить из рассмотрения ложные закономерности. Цель основного этапа анализа — поиск закономерностей, поэтому, на этом этапе производится сравнение результатов препроцессинга различных временных рядов.

Таким образом, если результатом всего анализа в целом будет набор, пусть и весьма ограниченный, действительно имеющих место закономерностей, то выбранный способ анализа будет, очевидно, гораздо лучше, чем способ, позволяющий получить, в том числе и ложные закономерности. Вот почему, этап предварительного анализа, несмотря на свою «предварительность», должен занимать существенную часть исследований: ибо, как только получены хоть какие-то признаки, характеризующие временные ряды, в дело вступают хорошо отработанные методы принятия решений (начиная с простых байесовских классификаторов и заканчивая сложными многоуровневыми системами коллективного распознавания).

Применение методов препроцессинга для обработки ТТГ требует, такого же предварительного глубокого анализа структуры самих ТТГ. И здесь, на первый план выходят методы, основанные на *сегментации* анализируемого временного ряда. Более того, идущее ниже рассмотрение метода анализа фрактальной динамики [8] (в качестве метода фрактального анализа физиологических сигналов) также позволяет интерпретировать метод анализа фрактальной динамики (АФД), именно как метод препроцессинга, который предполагается адаптировать для обработки ТТГ [9]. Наконец, общая постановка задачи структурного анализа ТТГ приводит к понятию *алфавита* и к тому, что можно назвать символическим представлением физиологических сигналов [10].

6.1. Сегментация временного ряда

Сегментация — это разбиение исходного временного ряда на отрезки или сегменты. Построенные сегменты иногда называют эпохами, подразумевая, что соответствующий эпохе отрезок временного ряда, обладает какими-то свойствами, которыми не обладает весь анализируемый временной ряд. Наиболее важное свойство, играющее значительную роль в математическом анализе временных рядов, это свойство стационарности. Процессы, порождаемые живыми системами и зарегистрированные в виде физиологических сигналов, очевидно, являются нестационарными. При этом, нестационарность оказывается более свойственна именно функциональному состоянию в норме, а при наличии той или иной (в зависимости от заболевания) патологии, функциональные сигналы становятся более регулярными и более всего приближаются к стационарным. Таким образом, необходимо уметь оценивать нестационарность временного ряда, а, также, уметь выявлять тот сценарий, в соответствии с которым меняются свойства анализируемого процесса.

Сегментация анализируемого временного ряда предназначена для решения следующих трёх задач:

1. Представление исходного временного ряда в виде числовой последовательности существенно меньшей длины. Здесь, во-первых, достигается экономия при описании физиологических сигналов, и, во-вторых, сохраняется наиболее важная информация об анализируемом процессе.

2. Вычисление на каждом сегменте одного или нескольких потенциально информативных признаков, вычисление которых для исходного временного ряда либо приводит к недостоверным результатам, либо несёт мало полезной информации об анализируемом процессе. В частности, имеет смысл разбить временной ряд на такие сегменты, в пределах которых рассматриваемый процесс оказывается (квази)стационарным. В этом случае, появляется возможность исследовать изменения основных характеристик временного ряда во времени или, что тоже самое, динамику временного ряда.

3. Формирование векторов или матриц и анализ сформированных объектов. Особое значение данная задача приобретает в случае, когда исходный временной ряд каким-либо образом размечен, что позволит применять различные критерии и отобрать те значения, которые наиболее точно и полно (в смысле выбранного критерия) описывают анализируемые временные ряды. Требуемая для применения критериев разметка временного ряда либо задаётся заранее, либо может быть искусственным образом получена в результате проведения какого-либо дополнительного анализа временного ряда.

В соответствии с этим, можно сформулировать и наиболее общую задачу: какова должна быть оптимальная длина сегмента?

С одной стороны, уменьшение длины сегментов приводит к уменьшению точности и достоверности (статистической значимости) характеристик, вычисляемых на каждом сегменте, однако, уменьшение длины сегмента, в свою очередь, приводит к увеличению количества сегментов, а это позволяет более полно проследить динамику временного ряда. С другой стороны, увеличение длины сегментов приводит к увеличению точности и достоверности характеристик, вычисляемых на каждом сегменте, однако, увеличение длины сегмента, в свою очередь, приводит к уменьшению количества сегментов, что существенным образом ограничивает возможность анализа динамики временного ряда. Таким образом, выбор длины сегмента оказывается результатом некоторого разумного компромисса: с одной стороны, длина сегмента должна быть достаточной для точности и достоверности вычисляемых на каждом сегменте характеристик, а, с другой стороны, общее количество сегментов должно быть достаточным для описания и последующего анализа динамики исходного временного ряда.

6.2. Метод анализа фрактальной динамики

Метод анализа фрактальной динамики заключается в сегментации или разбиении анализируемого временного ряда на отрезки, вычислении на каждом отрезке одного и того же набора потенциально информативных признаков с последующим вычислением интегративных показателей, описывающих временной ряд в целом. После того, так исходный временной ряд так или иначе разбит на сегменты, на каждом сегменте производится одна и та же последовательность действий.

На первом этапе строится двупараметрическая модель огибающей спектра мощности: для этого осуществляется преобразование Фурье, выбирается начальный отрезок спектра и на нём методом наименьших квадратов определяются два параметра, входящие в модель. При построении модельной кривой используются наиболее информативные спектральные составляющие. Также вычисляются и разность между реальной кривой и модельной (т.н. «остатки»).

На втором этапе выбирается длина или шаг «гусеницы», анализируемый сегмент временного ряда преобразуется в матрицу (в соответствии с выбранным шагом гусеницы) и производится сингулярное разложение матрицы. Результаты разложения используются двояко. Во-первых, рассматривается некоторый начальный диапазон сингулярных собственных чисел, упорядоченных по убыванию, и берутся значения, отвечающие за первое и самое больше сингулярное число и за последнее из диапазона и самое маленькое сингулярное число, а, также, отношение одного к другому. Во-вторых, из исходного отрезка временного ряда вычитается постоянная составляющая (тренд), вычисленная при участии главных компонентов.

Последний шаг алгоритма заключается в том, что для каждого набора значений одного и того же признака, вычисленных на всех сегментах, входящих в сегментацию, вычисляются один или несколько интегративных показателей.

В оригинальном алгоритме метода АФД (при анализе электрической активности мозга) используется разбиение на односекундные интервалы. При адаптации метода АФД для обработки ТТГ выбор длины сегмента должен быть специальным образом обоснован. Также потребует обоснования выбор спектрального диапазона, на котором осуществляется построение модели, выбор спектрального диапазона, на котором вычисляются остатки, а, также, потребует вывода и обоснования способ обработки сегментов ТТГ методом «Гусеница» с последующим применением разложения на главные компоненты.

6.3. Символическое представление тензотреморограмм

Временные ряды обрабатываются всевозможными методами для того, чтобы иметь возможность сравнивать между собой различные временные ряды. Для сравнения двух объектов необходимо иметь

метрику, и каждый метод анализа временного ряда порождает своё метрическое пространство. Сегментация временных рядов также приводит к представлениям, допускающим сравнение объектов как точек некоторого метрического пространства. Следующим шагом в изучении структуры анализируемых временных рядов будет попытка каким-либо подходящим образом закодировать анализируемые временные ряды в виде последовательности букв некоторого алфавита.

Возможны два подхода.

Первый подход предполагает эмпирическое получение алфавита из анализируемого сигнала и соответствующее этому алфавиту символическое представление того же временного ряда. Второй подход предполагает, в противовес первому подходу, изначальное задание алфавита. Первый подход, очевидно, предпочтительнее, поскольку мы, в таком случае, уходим от произвола некоторых заранее заданных сущностей (как это происходит, например, при применении спектрального анализа, когда заранее постулируется некоторая, вполне возможно, неадекватная, функциональная модель анализируемого процесса).

Как только выявлен алфавит и соответствующее ему символическое представление для каждого интересующего нас сигнала, появляется возможность сравнивать различные сигналы. Общая часть двух различных алфавитов может означать и общие свойства соответствующих им сигналов; части алфавитов, уникальные только для какого-то одного из двух данных сигналов, будут, скорее всего, отвечать за наиболее характерные уникальные свойства рассматриваемых сигналов. В тоже время, символические представления сигналов можно сравнивать просто как строки, и тогда, объектом анализа будут уже общие структурные элементы. Выделяя алфавиты ТТГ различных классов, следует ожидать, что различным классам (функциональным состояниям) будут соответствовать и различные алфавиты (причём, состав найденных алфавитов должен как-то соответствовать структуре самого функционального состояния). Оптимальным следует признать такой алфавит, который наиболее точно представляет соответствующее функциональное состояние.

При анализе ТТГ символическое представление приобретает особое значение, поскольку в ходе экспериментов используется биологическая обратная связь, действие которой должно найти своё отражение в структурной связи между одновременными записями для левой и для правой руки. Основная идея заключается в том, чтобы проанализировать тесноту этой связи и соотнести результаты сравнения с различными функциональными состояниями, в предположении, что в различных функциональных состояниях эта связь выражается по-разному.

Символическое представление физиологических сигналов позволяет рассматривать задачу сравнения двух (и более) сигналов, и как задачу распознавания: можно провести обучение по какой-то части временного ряда, и использовать оставшуюся часть в качестве контроля. По сути, символическое представление физиологического сигнала, как раз, и заключается в том, чтобы, двигаясь вдоль временного ряда (от начала к концу), выделять отдельные фрагменты, которые имеют самостоятельное значение, и определять класс каждого такого фрагмента, назначая ему ту или иную букву формируемого по ходу анализа алфавита.

Заключение

В работе ставится задача построения методики математического анализа тезнотреморограмм. По сути, формулируется программа по всестороннему математическому анализу рассматриваемых физиологических сигналов (тензотреморограмм), результатом выполнения которой должны стать обоснованный выбор способа вычисления информативных признаков, способа и метода классификации, критерий качества классификации (распознавания). Таким образом, результатом проведения всестороннего математического анализа, выполняемого по описанной в работе методике, будет методика обработки тензотреморограмм, которую предполагается использовать уже в клинической практике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баевский Р.М., Кириллов О.И., Клецкин С.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. // М.: Наука, 1984. 225 с.
2. Вейн А.М., Голубев В.Л., Берзиныш Ю.Э. Паркинсонизм. Клиника, этиология, патогенез, лечение. Рига: «Зинатне», 1981. 328 с.
3. Пчелин М.Г., Романов С.П., Якимовский А.Ф., Метод тензометрии для количественной оценки тремора // Физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 1996. Т. 82., №2. С. 118–123.
4. Лбов Г.С. Выбор эффективной системы признаков // Вычислительные системы. 1965. Вып. 19. // Новосибирск: наука, Сибирское отделение, 1965. С. 21 34.
5. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний. Новосибирск: Изд-во Ин-та математики, 1999. 270 с.
6. Романов С.П., Алексанян З.А. Применение метода анализа временных рядов для визуализации неинвазивной интегративной активности моторной системы человека // Региональная информатика (РИ-2010). XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ-2010)». Санкт-Петербург, 20-22 октября 2010 г.: / Труды конференции. // СПб.: СПОИСУ, 2011. С. 271–275.
7. Урицкий В.М., Музалевская Н.И. Фрактальные структуры и процессы в биологии (обзор) // Биомедицинская информатика и эниология (проблемы, результаты, перспективы). Сборник трудов. СПб.: Ольга, 1995. 236. С. 84–129.
8. Вассерман Е.Л., Карташев Н.К., Полонников Р.И. Фрактальная динамика электрической активности мозга. СПб.: Наука, 2004 204 с.
9. Жвалевский О.В. Методика обработки треморограмм, основанная на применении метода анализа фрактальной динамики // «РИ-2008» / Труды конференции. СПб.: СПОИСУ, 2009. С. 277–281.
10. Сенкевич Ю.И. Алгоритмы цифровой обработки и анализа электрофизиологических сигналов. // СПб.: СПбГЭТУ, 2010. 112 с.

Маркелов К.С., Нечаев В.В.
Россия, Москва, Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА

В современном обществе для решения задач, связанных с определением личности конкретного индивида, в частности учащихся в системах телеобучения, находят широкое применение биометрические информационные технологии (БМИТ).

Биометрия – активно развивающееся направление информатики, основанное на комплексной информационной технологии. Биометрическая информационная технология (БМИТ) включает в свой состав биоинформационный, информационно-измерительный и компьютерно-информационный аспекты. В основу БМИТ положены измерение и обработка атрибутов и их значений (параметров и характеристик) уникальных, неизменяемых или незначительно изменяемых во времени морфологических (в частности анатомических), физиологических и психофизиологических (поведенческих) аспектов человека, представленных информационно и используемых для идентификации и верификации личности.

В работе приводятся результаты аналитического обзора существующих и перспективных методов биометрической идентификации личности, ориентированных на различные виды приложений. Использованы известные авторам отечественные и зарубежные публикации, основные из которых представлены в библиографическом списке.

Методы биометрической идентификации

Обычно при классификации биометрических методов их делят на две группы по типу используемых биометрических характеристик: *статические биометрические характеристики* (отпечатки пальцев, геометрия руки, сетчатка глаза и т.п.) и *динамические характеристики* (динамика воспроизведения подписи, голос и т.п.) [2].

1. Статические методы идентификации

Статические методы основываются на морфологических (анатомических) атрибутах и их значениях выделенного аспекта организма человека, т.е. на уникальных свойствах, данных ему от рождения и неотъемлемых от него.

1.1. Метод дактилоскопии

Это самый распространенный метод биометрической идентификации, в основе которого лежит уникальность для каждого человека рисунка папиллярных узоров на пальцах. Изображение отпечатка пальца, полученное с помощью специального сканера, преобразуется в цифровой код (свёртку) и сравнивается с ранее введённым шаблоном (эталоном) или набором шаблонов (в случае идентификации) [3].

1.2. Методы идентификации по форме ладони

Идентификация по геометрии руки. Данный метод основывается на распознавании геометрии кисти руки [3]. При идентификации по кисти руки используются такие её параметры, как геометрия, объёмное изображение, рисунок кровеносных сосудов и т.п.[5]. Для того, чтобы идентифицировать человека, системе достаточно измерить физические характеристики пальцев или руки, такие как длина, ширина, толщина и поверхностные области руки [1].

Идентификация по расположению вен на тыльной стороне ладони. Для решения данной задачи с помощью инфракрасной камеры считывается рисунок вен на тыльной стороне ладони или кисти руки. Полученная картинка обрабатывается и по схеме расположения вен формируется цифровая свёртка [3].

1.3. Методы идентификации по глазу человека

Идентификация по сетчатке глаза. Это метод идентификации по рисунку кровеносных сосудов глазного дна. Для того, чтобы рисунок стал виден, человеку надо посмотреть на удалённую световую точку, а подсвеченное таким образом глазное дно сканируется специальной камерой [3]. Сетчатка имеет неподвижную, неизменную по времени структуру. Исключение – изменения в результате болезни, например, катаракты [7].

Идентификация по радужной оболочке глаза. Ещё одним уникальным для каждой личности статическим идентификатором является радужная оболочка глаза. Метод основан на уникальности рисунка радужной оболочки глаза. Для реализации метода необходимы специальная камера и соответствующее программное обеспечение, позволяющее выделить из полученного изображения рисунок радужной оболочки глаза, по которой строится цифровой код [3].

1.4. Методы идентификации по лицу

Идентификация по форме лица. В данном методе идентификации строится 2D- или 3D образ лица человека. С помощью камеры и специализированного программного обеспечения на изображении выделяются контуры глаз, бровей, носа, губ и т.д. вычисляются расстояние между ними. По этим данным для сравнения строится образ, преобразуемый в цифровую форму [3].2

1.5. Идентификация по термограмме лица

В основе данного метода лежит уникальность распределения на лице артерий снабжающих кровью кожу и выделяющих тепло. Для получения изображения используются специальные камеры инфракрасного диапазона [3].

2. Перспективные статические методы идентификации

В настоящее время известен целый ряд уникальных методов биометрической идентификации, в частности таких, как по ДНК, подногтевому слою кожи, форме уха, запаху тела и других [3].

Идентификация по запаху тела. В настоящее время проводятся работы над созданием «электронного носа». Запах человека, по мнению специалистов, является его химической «подписью», он глубоко индивидуален. Основная задача в распознавании запаха – создать модель, максимально похожую по своим функциям на нос человека.

Идентификация по тону сердца. Существует возможность идентифицировать человека с использованием тонов (акустических сигналов), издаваемых сердцем (с использованием сердцебиений). Главное достоинства такого метода идентификации – практически невозможно подделать тон сердца по сравнению с другими биометрическими методами.

Идентификация по визуализации биополя (аура и виброизображение). Рассматриваемая система биометрической идентификации основана на принципе газоразрядной визуализации (ГРВ), который позволяет выявлять и усиливать неоднородности поля, образуемого живой и неживой материей под действием высоковольтного и высокочастотного электрического поля в воздушной или газовой среде [9].

Идентификация по форме уха. Биометрия уха превзошла идентификацию личности человека по особенностям его лица. Уши, в отличие от лица, не изменяют форму и не стареют, они всегда остаются неподвижными на «предсказуемом» фоне.

Идентификация по форме носа. Аналогична идентификации по ушам, однако существует ряд проблем связанных с тем, что если нос у человека может быть сломан, то идентификации может быть неточной. Кроме того, люди могут использовать фальшивый нос или же пойти на такой серьезный шаг, как пластическая операция.

Идентификация по дезоксирибонуклеиновой кислоте (ДНК). Генетическое распознавание начинается с выделения ДНК из клеток в образцах крови, слюны, спермы или других подходящих жидкостях или тканях. В основе современных техник, при всем их разнообразии, лежит одна идея. В молекулах ДНК стараются обнаружить, а затем извлечь фрагменты, отличающиеся у разных людей – полиморфизмы. Часто для этого используют специально подобранный фермент.

Идентификация по электроэнцефалограмме (ЭЭГ). Идентификация личности по сигналам ЭЭГ является одной из новых научных областей, которая может продемонстрировать связь между генетической информацией и ЭЭГ человека. Сигнал ЭЭГ – это временной ряд, характеризующийся статистическими свойствами. Однако, эти свойства изменяются во времени, из-за психического состояния и у различных людей, поэтому данный метод можно отнести и к динамическим.

Идентификация по информационно-волновому обмену в живых организмах. Для каждого организма характерно наличие колебаний в широком диапазоне частот – от ультрафиолетового диапазона до сверхмедленных колебаний с периодами, равными месяцам и годам – соответствуют разным биологическим процессам и различным иерархическим уровням организма. В живых системах основные физиологические и биохимические процессы изменяются периодически во времени, обусловливая биоритмы с различными периодами (напр., суточные, сезонные ритмы). Подобные процессы могли вырабатываться с эволюцией и закреплялись в генетическом аппарате живых организмов.

3. Динамические методы идентификации

Динамические методы основываются на поведенческих характеристиках человека, т.е. на особенностях, характерных для подсознательных движений в процессе воспроизведения какого-либо действия [3].

3.1. Методы идентификации по почерку

Идентификация по подписи. Компьютерная система учитывает несколько параметров почерка: саму форму начертания, динамику движения пера (угол наклона, скорость и ускорение), степень нажима. С помощью этих параметров можно распознать личность с достаточно высокой вероятностью. При этом все перечисленные характеристики пользователя напрямую зависят от его психоэмоционального состояния, поэтому идентификация в некоторых случаях может быть затруднена.

Идентификация по рукописному почерку. Для этого метода используется подпись человека (иногда написание кодового слова). Цифровой код формируется по динамическим характеристикам написания, т.е. строится свёртка, в которую входит информация по графическим параметрам, временным характеристикам нанесения подписи и динамики нажима на поверхность и т.д. [3].

Идентификация по клавиатурному почерку. Метод аналогичен рассмотренному выше, но вместо подписи используется кодовое слово. Основная характеристика, по которой строится свёртка

— динамика набора кодового слова [3]. Исследования показали, что клавиатурный почерк конкретного пользователя обладает стабильностью. Это позволяет с большой достоверностью идентифицировать пользователя, работающего с клавиатурой.

Идентификация по работе с мышкой. Подлинность пользователя также можно определить по характеру работы с мышкой. В качестве индивидуальных биологических характеристик пользователей используется координация движений, реакция на событие, скорость и точность манипулирования мышью, особенности траектории указателя. Рассматриваемый метод трудно применим. Он используется для идентификации пользователя во время его работы.

3.2. Методы идентификации по голосу

Процесс распознавания говорящего опирается на особенности, определяемые физическим строением индивидуального голосового пути, и поведенческими (приобретёнными) особенностями человека. Будучи популярным методом для дистанционного удостоверения личности из-за возможности устройств собирать образцы речи (телефонная сеть, компьютерные микрофоны) и простоты его интеграции, распознавание голоса отличается от некоторых других биометрических методов тем, что образцы речи собираются динамически, то есть за определённый период времени (несколько секунд). Анализ проводится по модели, в которой отслеживаются изменения во времени, что схоже с другими поведенческими биометрическими методами, такими как динамическая характеристика подписи, походка и клавиатурный почерк.

4. Перспективные динамические методы идентификации

Существуют такие уникальные методы как идентификация по движению губ при воспроизведении кодового слова, по динамике поворота ключа в дверном замке и т.д. [3].

Идентификация по движению губ. Технология аутентификации по движению губ имеет две разновидности: первая, с фиксированным текстом, который должен сказать человек, чтобы его распознали и вторая, независимая от текста. Одно из самых больших достоинств этого метода – возможность легко совместить его с идентификацией говорящего по его голосу и распознаванием по геометрии лица.

Идентификация по походке. Этот биометрический аспект ещё слабо изучен, но он привлекает большое внимание, потому что даёт возможность распознавания человека на таких больших расстояниях, на которых не работает ни один другой метод. Причём, идентификация возможна на изображениях с очень низким разрешением.

Использование биометрии для идентификации личности открывает ряд уникальных возможностей. Во-первых, человека легко распознать без привлечения дополнительных средств, например, таких как смарт-карта, ключи, идентификационные карточки и подобные идентификаторы, так как для распознавания используются биометрические идентификаторы организма самого человека. Сторонние идентификаторы могут быть потеряны, украдены, изменены, подделаны, а все биометрические идентификаторы неотъемлемы от конкретного человека. Во-вторых, пароли и прочие программные, аппаратные средства защиты можно взломать, а подделать биометрические идентификаторы практически невозможно. Биометрия предлагает быстрые, удобные, точные, надёжные и относительно недорогие способы идентификации с широким спектром самых разнообразных применений. Биометрические идентификационные системы кодируют в цифровом виде и хранят индивидуальные биометрические характеристики, позволяющие практически безошибочно идентифицировать любого индивида.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биометрические технологии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/ Биометрические_ технологии, свободный яз. – рус. – Дата доступа: 16.10.2012.
2. Современные биометрические методы идентификации. Электронная библиотека [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://piratemedia.ru/archive/guides/item/2979-sovremennyie-biometricheskie-metodyi-identifikatsii.html, свободный, яз. – рус. – Дата доступа: 28.10.2012.
3. Колешко В.М., Воробей Е.А., Азизов П.М., Худницкий А.А., Снигирев С.А. Перспективные методы биометрической аутентификации и идентификации. // Учебное электронное издание. Минск, БНТУ. 2009. 94с.

Яфаров А.З., Сенкевич Ю.И.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ УЧАСТНИКОВ ПОЛЯРНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ

В настоящее время одним из наиболее приоритетных направлений мировой экономики становится освоение полезных ископаемых последних неосвоенных ресурсов Земли – Арктики и Антарктики. Растущая миграция специалистов в полярные регионы требует совершенствования комплекса мер по обеспечению охраны здоровья людей в экстремальных условиях труда, поскольку на большей части полярных регионов Земли не представляется возможным реализовать в полной

мере традиционные формы организации здравоохранения, что, в свою очередь, предопределяет необходимость в разработке и применении новых средств контроля состояния здоровья участников полярных экспедиций. Вследствие особых, и, даже, экстремальных условий профессиональной деятельности участников, оценка состояния здоровья должна характеризоваться повышенной точностью и надёжностью входящих в неё методов и средств контроля состояния здоровья участников экспедиционных групп. В случае неверной оценки состояния здоровья участника или участников возникает риск срыва запланированных мероприятий экспедиции вследствие их психологической несовместимости или заболеваемости, которые также приводят к высоким экономическим затратам, связанным с необходимостью проведения эвакуационных мероприятий и риском гибели участников экспедиции на антарктических станциях, а также необходимостью экстренной госпитализации и замещением участника экспедиции другим. Несмотря более чем на полувековой опыт проведения мероприятий профессионального отбора по медицинским показаниям, заболеваемость в ходе длительных зимовок на полярных станциях остаётся значительной. Это подтверждается результатами статистической обработки данных заболеваемости полярников, проведённой сотрудниками старейшего и крупнейшего в мире научного учреждения по исследованию полярных областей Земли – Арктического и антарктического научно-исследовательского института (ААНИИ), которая позволила установить, что за полувековой период общее число участников антарктических экспедиций, у которых были зарегистрированы заболевания или травмы, составило 83,4% от общего количества людей, принимающих участие в таких экспедициях. На 22165 человек было зарегистрировано 47357 заболеваний, сделаны 153 полостные хирургические операции, госпитализированы 721 человек и эвакуировано 217 человек [1]. Приведённые цифры указывают, что риск заболеваемости в полярных экспедициях остаётся высоким, а связанная с ним проблема повышения качества оценки состояния здоровья на этапе профессионального отбора и в ходе участия в экстремальных экспедициях требует особого внимания.

В качестве перспективного и наиболее оптимального на данном этапе научно-технического прогресса направления, связанного с преодолением указанной проблемы, рассматривается внедрение средств и методов дистанционного автоматизированного контроля состояния здоровья участников полярных экспедиций. Ранее (1998–-2005 гг.) для решения подобной задачи в Российской нтарктической экспедиции была разработана и внедрена телемедицинская система (ТМС РАЭ) «Ambulance-Consultant AARI/RAE» [1]. Система позволила решить ряд частных задач обеспечения охраны здоровья в известных формах экстренных и отложенных консультаций с использованием средств космической связи. Однако стремительное развитие информационно-коммуникационных технологий и требования к снижению риска заболевания людей в процессе жизнедеятельности на полярных территориях заставляют искать новые формы организации здравоохранения.

Предлагаемая к рассмотрению концепция охраны здоровья базируется на создании диспансерного наблюдения за участниками полярных экспедиций на новом уровне, позволяющем установить регулярное медицинское наблюдение за человеком дистанционно. Это позволит в значительной мере снизить риск заболеваемости на полярных станциях, передвижных нефтедобывающих и газодобывающих платформах, специализированных судах и других крайне удалённых, автономных и труднодоступных технических объектах. Проведённая оценка описанных средств в части касающейся технических и организационных подходов к решению близких по своей сути проблем [4,5], а также опыт, полученный при совместной деятельности с медицинскими и инженерными специалистами Арктического и антарктического научно-исследовательского института (РОСГИДРОМЕТ Санкт-Петербург) [2,3], позволил сформулировать ряд положений, которые дают основание к выходу на новый технический уровень, который может позволить решить обозначенную здесь проблему.

1. Средствами удалённого доступа через глобальные информационные сети обеспечить возможность централизованного сбора информации о динамике состояния здоровья людей, работающих в Арктике и Антарктике. Это позволит на аппаратном уровне, не отвлекая медицинских специалистов от их основной врачебной деятельности по осуществлению периодического медицинского контроля, получать оперативную информацию о каждом из специалистов, работающих в экстремальных условиях, для оценки динамики функционирования основных функциональных систем организма.

2. Обеспечить каждую амбулаторию полярной станции, где должны наблюдаться участники экспедиций, медицинскими приборами для проведения экспресс измерений основных показателей состояния здоровья и электрофизиологических сигналов, позволяющих в дальнейшем при централизованной обработке, оценить состояние здоровья (например, электрокардиограмму, артериальное давление, температуру тела, объем выдыхаемого воздуха и его газовый состав, биохимические показатели мочи и крови и т.д.).

3. Организовать центр приёма, сбора, обработки и анализа медицинских данных, получаемых в ходе дистанционного мониторинга с возможностью оперативного предоставления результатов измерения клинических показателей и показателей функционального состояния участников экспедиций, полученных в ходе обработки электрофизиологических сигналов, медицинским

экспертам и/или экспертным системам принятия решения и автоматизированного выхода на консультацию в случае необходимости. Разработать оптимальный метод управления обменом медицинской информацией и сопутствующими данными. Сконструировать специфическую архитектуру хранилища данных для последующего формирования архива и базы данных медицинской информации.

4. Разработать методы и методики обнаружения признаков (предвестников) заболевания полярников на основании автоматического и полуавтоматического анализа индивидуальных изменений параметров состояния их организма (функциональных состояний) в течение определённого времени наблюдения в интересах предупреждения заболеваний, которые должны составить ядро автоматизированных экспертных медицинских систем.

5. Оптимизировать структурный и функциональный состав системы диспансерного наблюдения, опираясь на критерии оперативности принятия решения и финансовых затрат на каждую удалённую амбулаторию с учётом специфических физико-географических и климатических особенностей расположения мест их размещения.

Отдельные эксперименты по п.1 и п.2, проводимые в период с 2005 года по настоящее время в медицинском пункте ФГБУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт» (ААНИИ), подтвердили работоспособность принятой концепции и создают позитивную платформу для продолжения исследований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горбунов Г.А., Козак В.Ф., Клопов В.П., Сенкевич Ю.И., Крыленков В.А. Медицинское обеспечение Российской Антарктической Экспедиции СПб.: ААНИИ, 2009.188 с.
2. Саватюгин Л.М. Российская наука в Антарктике СПб.: Гидрометеоиздат, 2004, 342 с.
3. Сенкевич Ю.И. Автоматизация удаленных медицинских наблюдений за участниками полярных экспедиций // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. 2007. №11. С.61–70.
4. Craig Mitton, Francois Dionne, Lisa Masucci, Sabrina Wong, Susan Law. Innovations in health service organization and delivery in northern rural and remote regions: a review of the literature // International Journal of Circumpolar Health (IJCH), vol 70, No 5, 2011.
5. Palinkas, Lawrence A. Health and performance of Antarctic winter-over personnel: A follow-up study. // Aviation, Space, and Environmental Medicine, Vol 57(10, Sect 1), Oct 1986, 954–959.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ

Гришканич А.С., Бузников А.А., Кащеев С.В., Жевлаков А.П., Васильев С.К.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), ФГУП НПК ГОИ им. С.И. Вавилова, Аварийно-Технический центр Росатома

НОВЫЕ МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Среди различных экологических бедствий, постигающих нашу планету, лидирующее место по тяжести последствий занимают чрезвычайные происшествия на атомных объектах. В таких случаях определяющим фактором радиоактивного загрязнения среды являются изотопы инертных газов, цезия (Cs), йода (I), стронция (Sr) и других.

В настоящее время одной из важнейших и актуальных проблем радиоэкологической безопасности (РЭБ) населения является поиск эффективных путей защиты от вредных воздействий как природных, так и искусственных радионуклидов. Особое место в радиоэкологическом мониторинге занимает контроль за содержанием в биосфере дозообразующих радионуклидов, применяющихся в самых разных областях науки, энергетики и современных технологиях производства.

Первые атомные объекты были созданы в 30-годах 20 века, а первая атомная электростанция (АЭС) на планете появилась в нашей стране в городе Обнинске в 1954 году. Позднее АЭС были построены в США, Великобритании, Франции, Японии и продолжают вводиться новые мощности по всему миру, т.к. спрос на энергоресурсы как никогда высок. В 1957 году в Великобритании произошло первое чрезвычайное происшествие (ЧП) на АЭС Уиндскейл, потом были аварии в США, Германии, а 1986 году случилась авария на Чернобыльской АЭС, а в марте 2011 года – ЧП на АЭС Фукусима в Японии. Во всех случаях изотопы Cs, I и Sr определяли уровень загрязнения. Контроль и предупреждение аварийных выбросов радионуклидов в атмосферу, являются залогом безопасной работы АЭС и предприятий радиохимического цикла.

Поэтому разработка методов и приборов для контроля выбросов (от минимальных, позволяющих предупредить опасную ситуацию до аварийно-высоких) на всех этапах работы с радиоактивными материалами (добыча-захоронение) представляет большой практический интерес. Важно также, чтобы эти методы были дистанционными. Существующие дистанционные методы можно разделить на две группы:

– прямые, регистрирующие интенсивность и спектр радиоактивных излучений (например, пассивные гамма-спектрометры);

– косвенные, использующие вторичные эффекты, проявляющиеся при воздействии этих излучений на атмосферу.

На текущий момент, лучшие образцы серийных спектрометров, производимые фирмами:

– «ORTEC», «Canberra», EG&G (США);
– Scientific Instruments – BSI (ЛАТВИЯ);
– ОИЯИ г. Дубна, Московской обл.: ЗАО НТЦ «Аспект», ООО «Парсек»;
– ФГУП «ВНИИФТРИ» п. Менделеево, Московской обл.: НПП «Доза»,

имеют дальность не более 50 м вследствие фундаментальных ограничений пассивных методов диагностики.

Среди косвенных методов контроля радиоактивных заражений атмосферы наиболее разработанным является радиолокационный метод, в котором концентрация заряженных частиц определяется по коэффициенту отражения зондирующего СВЧ – излучения от ионизированной области. Однако при низких уровнях загрязнения (порядка фоновых – до величины 10^9 ионов/см^3) чувствительность радиолокаторов оказывается недостаточной.

Поэтому проблемы получения объективной информации о фактическом состоянии радиоактивных объектов и возможных изменениях приобретают стратегически важное социальное и общегосударственное значение.

Другими косвенными методами контроля радиоактивности могут служить спектроскопическая диагностика и, в частности, вторичные эффекты, возникающие при взаимодействии лазерного излучения с изотопами. Необходимо определить основные радионуклиды при радиоактивном загрязнении атмосферы, выделяющиеся при авариях на объектах ядерной энергетики, и оценить их возможные концентрации. Накопленные на сегодняшний день данные, относящиеся к аварии на

Чернобыльской АЭС в 1986 году, позволяют оценить количество радионуклидов в результате выброса в атмосферу.

Анализ данных таблицы 1 свидетельствует, что при возникновении аварийной ситуации в выбросах в атмосферу можно ожидать в первую очередь появления радиоактивных благородных газов (криптон Kr-85, ксенон Xe-133), радионуклидов Cs, I, Sr и теллура (Te). Для обнаружения ультрамалых концентраций этих радионуклидов в атмосфере на больших расстояниях (более 100 м) необходимо применение активных методов дистанционного зондирования, а именно лидаров, размещенных на подвижных платформах.

Все радионуклиды делятся на две основные группы:

- радионуклиды, испускающие потоки (α)– частиц, называются альфа– излучателями;
- радионуклиды, испускающие электроны (β)– частиц, называются бета– излучателями.

К числу последних относятся некоторые изотопы радия (Ra), кобальта (Co), йода, свинца (Pb), стронция, цезия, бария и других элементов. Очень часто, но не всегда, α– и β– распад сопровождается выделением γ– кванта. Существуют радионуклиды, которые не испускают α– и β– частиц, но испускают γ– кванты. На практике их обычно называют «чистыми» γ– излучателями.

Во всех случаях изотопы Cs и Sr определяли уровень долговременного загрязнения (таблица 1). Контроль и предупреждение аварийных выбросов радионуклидов в атмосферу, являются залогом безопасной работы АЭС и предприятий радиохимического цикла.

Выброс Cs-137 и Sr-90 в окружающую среду происходит в основном в результате ядерных испытаний и аварий на предприятиях атомной энергетики. К началу 1981 года суммарная активность поступившего в окружающую среду Cs-137 достигла 960 ПБк. Плотность загрязнения в Северном и Южном полушариях и в среднем на земном шаре составляла соответственно 3.42, 0.86 и 3.14 кБк/м^2, а на территории бывшего СССР в среднем – 3,4 кБк/м^2.

При аварии на Южном Урале в 1957 году произошёл тепловой взрыв хранилища радиоактивных отходов, и в атмосферу поступили радионуклиды с суммарной активностью 74 ПБк. При пожаре на одном из двух реакторов атомного комплекса «Селлафилд» в Уиндскейле (Великобритания) в 1957 году произошёл выброс 12 ПБк радионуклидов Sr-90. Технологический сброс радиоактивных отходов предприятия «Маяк» на Южном Урале в реку Течу в 1950 году составил 102 ПБк, в том числе Cs-137 – 12.4 ПБк. Ветровой вынос радионуклидов из поймы озера Карачай на Южном Урале в 1967 году составил 30 ТБк.

Настоящей катастрофой стала в 1986 году авария на Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС): из разрушенного реактора было выброшено 1850 ПБк радионуклидов, при этом на долю радиоактивного цезия пришлось 270 ПБк. Распространение радионуклидов приняло планетарные масштабы. На Украине, в Белоруссии и Центральном районе Российской Федерации выпало более половины от общего количества радионуклидов, осевших на территории СНГ.

Таблица 1

Оценки выхода радионуклидов из блока реактора в % от общего количества

Радионуклид	Min (%)	Max (%)	Радионуклид	Min (%)	Max (%)
Kr – 85	–	100	Zr – 95	–	3,2
Xe – 133	50	100	Ba – 140	0,4	5,6
I – 131	12	60	Np – 239	0,02	3,2
Mo – 99	–	2,3	Ce – 141	–	2,3
Cs – 137	13	86	Ce – 144	–	2,8
Te – 132	3	15	Pu – 238	–	3
Ru – 103	0,3	2,9	Pu – 239	–	3
Ru – 106	–	2,9	Pu – 240	–	3
Sr – 89	–	4	Pu – 241	–	3
Sr – 90	0,01	16	Pu – 242	–	3

Известны случаи загрязнения внешней среды в результате небрежного хранения источников радиоактивного цезия и стронция для медицинских и технологических целей.

Все превышения γ–фона над величиной 60 мкР/ч требуют изучения и расследования. При γ–фоне более 120 мкР/ч органами Госсанэпиднадзора должны оперативно приниматься решения о срочной дезактивации участка, где обнаружен такой γ–фон.

Для уровня ультрамалых концентраций этих радионуклидов в атмосферы на больших расстояниях (более 100 м) необходимо применение активных методов дистанционного зондирования.

Лазерное зондирование радионуклидов

Лазерное зондирование может служить высокоэффективным методом поиска и мониторинга радиоактивных заражений. Его преимущества по сравнению с традиционными, например, физико-химическими (забор проб), либо стандартными радиометрическими (радиометры и γ – спектрометры)

– следующие: дистанционность, бесконтакность, возможность непрерывного площадного и профильного сканирования с одновременным определением широкого набора химических элементов и соединений, а также высокая чувствительность и скорость детектирования.

Лазерное зондирование – наиболее современный метод дистанционного обследования Земли, позволяющий определять параметры составляющих атмосферы и гидросферы, которые дистанционно в принципе не могут быть измерены другими методами. Лазерные аппаратурные комплексы и спектрометры способны регистрировать пространственное распределение радиоактивных аномалий в приземных слоях атмосферы, анализировать влияние на окружающую среду объектов ядерного-топливного цикла. Однако первичный анализ порой не может заменить непосредственных полевых наблюдений и измерений на местности, возникает необходимость регулярных интеркорреляций.

В настоящее время в России разработано достаточно большое количество дистанционных диагностических средств для задач эколого-метеорологического мониторинга, исследовательского, технического, бытового и специального назначения. Однако с учетом огромного количества факторов, действующих на измерительную аппаратуру в реальных условиях, а также требований соответствующих нормативно-технических документов, большинство хорошо зарекомендовавших себя в лабораторных условиях авиационных георазведывательных лазерных комплексов оказывается непригодным для эксплуатации в реальных условиях. Для многих направлений дистанционного диагностирования повышение чувствительности и точности измерений естественных и антропогенных примесей атмосферы остается наиболее важным и проблемным. Важнейшую роль играет число спектральных каналов и спектральное разрешение, площадь зоны захвата, оперативность получения информации. К нерешенным задачам в повышении достоверности получаемой информации относится метрологическая аттестация и сертификация (на европейском и мировом уровне) диагностической аппаратуры и ее функциональных узлов. Особые требования к современной аппаратуре предъявляются с точки зрения ресурса безотказной работы и энергосбережения.

Вместе с тем развитие и внедрение новых физических принципов нелинейного увеличения чувствительности позволяет реализовать богатейшие и практически неисчерпаемые информационные возможности лазерного зондирования для создания конкурентоспособной технологии мониторинга радиоактивных заражений.

В настоящее время коллективом ИЛФ и АТЦ Росатома ведется разработка прототипа авиационной лазерной станции с ультравысокой чувствительностью и спектральной разрешающей способностью регистрации радионуклидов в реальном времени при проведении дистанционного зондирования. Автоматизированная бортовая лазерная станция позволит устанавливать прогнозируемую мощность ионизированного излучения, качественные и количественные параметры радионуклидов. По данным радиоэкологической съемки можно будет определять места радиоактивных заражений, распределение концентраций радионуклидов на зараженной сцене.

В настоящее время существуют приборы мониторинга γ – излучателей на расстояниях до 50 м, но не решена проблема поиска α – и β – излучателей (Sr-90, Po-210 и др.) на больших дистанциях, обеспечивающих безопасность оператора и техники.

Для измерений содержания газообразных примесей и конденсированных веществ в окружающей среде главным образом используются методы дифференциального поглощения (ДП), комбинационного рассеяния (КР) и флуоресценции. Лидары, построенные на методе ДП, работают в ИК-диапазоне в окнах прозрачности атмосферы, а метод КР наиболее чувствителен в «солнечно – слепой» УФ области. Метод ДП пригоден для регистрации лишь тех веществ, линии поглощения которых совпадают с длиной волны зондирующего лазера.

Новизна создаваемой аппаратуры заключается в разработке принципиально новых методов и устройств когерентного приема, пространственно-временной и спектральной селекции, способствующих значительному снижению уровня фоновых засветок, достижению ультраспектрального разрешения, сверхвысокой чувствительности измерений и в комбинировании лазерной, видеоспектрометрической и тепловизионной техники.

Современные лазерные комплексы могут быть построены компактными и с малыми массогабаритными характеристиками. Это обеспечиваются применением высокоэффективных твердотельных лазеров с диодной накачкой и облегченной оптикой. К известным достоинствам данных источников зондирования относится их высокий коэффициент полезного действия на многих длинах волн, низкое энергопотребление и длительный ресурс бесперебойной генерации излучения. В то же время оптический тракт требует высокопрецизионной элементной базы. Поскольку высокая чувствительность аппаратуры обуславливается наряду с малошумящими фотоприемниками и низкими энергетическими потерями в оптическом тракте, для их минимизации оптические детали должны выполняться со слабо рассеивающими поверхностями. Реализации предельной чувствительности способствует и выбор рабочей «солнечно-слепой» области спектра, где фоновые помехи на фотоприемном устройстве практически сведены к нулю.

Следующая актуальная задача связана с выбором метода обработки и регистрации приемных оптических сигналов. Алгоритм выделения полезного сигнала на фоне внешних и внутренних шумов, принятие решения о наличии или отсутствии сигнала и измерения его параметров является определяющим.

Используемые в настоящее время средства повышения чувствительности приемных систем, как правило, связаны с увеличением светосилы входной оптики и с уменьшением спектральной ширины сигналов. В лидарных комплексах подобный путь часто сопровождается необходимостью увеличения мощности зондирующего излучения, что не гарантирует безопасность воздействия на органы зрения людей, попавших в область его распространения.

Поэтому реализация требований предполагает разработку принципиально новых методов и устройств, способствующих значительному снижению уровня фоновых засветок и нелинейному увеличению чувствительности. Коллектив ИЛФ обладает практическим опытом создания сверхузкополосных спектрометрических приемных каналов, работающих с уровнем сигналов на входном зрачке в несколько десятков фотонов. При этом уровень фоновых помех может быть снижен более, чем на пять-шесть порядков, а сбор информации осуществляться на сильно наклонных приземных трассах. В наиболее эффективных приемных системах счет фотонов осуществляется в режиме стробирования сигнала и синхронного накопления зарядов у детекторов. В этом случае критерием их качества становится статистическое соотношение сигнал/шум, однозначно определяющее вероятность обнаружения сигнала и точность измерения его величины.

Нелинейное усиление приемных сигналов в бортовом лидаре впервые предлагается осуществлять методом когерентного усиления. Для этого в приемном канале устанавливается квантовая ячейка, способная усилить входной полезный сигнал на 7–8 порядков в сверхузкой спектральной полосе.

Особый толчок к развитию подобных систем придает непрерывное совершенствование высокочастотных измерительных преобразователей оптической информации с минимальными погрешностями, аппаратурного и программного обеспечения. Среди критериев оценки эффективности эксплуатации лидара одним из важнейших является минимизация времени получения информации, при этом, как правило, требуемый результат должен быть представлен в цифровом виде. Главным условием реализации этих требований становится наличие автоматизированных технологий, способных с наибольшей полнотой и скоростью обработать огромные массивы данных и извлечь из них максимум полезной для потребителя информации. Поэтому в лидаре предусмотрены многоканальные (матричные) фотоприемные устройства, работающие в субгигагерцовом диапазоне частот. Развитие аппаратных средств цифровой обработки, функциональных алгоритмов и специализированного программного обеспечения для объемного (трехмерного) отображения зондируемых полей в реальном масштабе времени позволит существенно поднять технические характеристики и конкурентноспособность предлагаемого многофункционального лидара.

Развитие подобной аппаратуры идет в направлении определения наиболее перспективных способов получения спектральной информации, повышения чувствительности, спектрального разрешения, увеличения точности привязки шкалы длин волн при сокращении габаритов и веса, введении унифицированных узлов аппаратуры и т.п. При исследовании малых концентраций в атмосфере воздуха уже необходимо использовать гипер- и ультра- спектральные лидары, обеспечивающие соответственно высокое и сверхвысокое спектральное разрешение $\lambda / \Delta\lambda > 100$ и $\lambda / \Delta\lambda > 1000$ в широком спектральном диапазоне.

Точное определение волнового числа (длины волны) по одному атмосферному эталону (азоту) значительно повышает достоверность идентификации химических веществ и соединений (особенно, в полосах поглощения) по имеющемуся банку спектральных характеристик радионуклидов. Возможность достаточно легкого проектирования аппаратуры с избыточным спектральным разрешением позволяет оптимизировать при каждом эксперименте этот параметр, заранее автоматически устанавливая различные требуемую чувствительность для различных исследуемых условий использования. Это дает возможность адаптации аппаратуры под идентификацию различных радионуклидов, как гамма – активных, так и альфа и бета – излучателей. Общность конструирования аппаратуры позволяет очень легко унифицировать различные приборы, работающие при разных спектральных разрешениях.

От аналогов разрабатываемую лидарную станцию отличают повышенные чувствительность и информативность в сочетании с широким диапазоном одновременно диагностируемых радионуклидов. Срок службы лазерного источника в данном авиационном комплексе более, чем на порядок превышает срок службы лазерных источников, применяемых в известных КР- и ДП-лидарах. Аналогов и прообразов предлагаемых средств комплексного отображения обстановки в УФ-области, видимой и ИК-области спектра в сочетании с высокой инструментальной точностью в мировой практике в настоящее время не существует.

Разработка и внедрение предлагаемых технологии радиационной разведки и аппаратурного обеспечения на основе автоматизированных бортовых лидаров позволит интенсифицировать процесс создания крупномасштабных отраслевых и региональных центров коллективного пользования аппаратурой экологического мониторинга.

Широкий диапазон регистрируемых и определяемых в реальном масштабе времени радионуклидов в окружающей среде при одном лазерном источнике зондирования, предельно высокая чувствительность и избирательность, повышенная помехозащищенность, низкое энергопотребление, круглосуточная и всесезонная эксплуатация, обработка и вывод информации в реальном масштабе времени, компактные массо-габаритные характеристики выгодно отличают эксплуатационные качества предлагаемой дистанционной лазерной радарной аппаратуры и уже существующих систем радиационного мониторинга.

Заключение

Используемые в настоящее время методы радиационного мониторинга основаны на регистрации собственного излучения (α,β,γ) радиоактивных веществ. В ряде случаев чувствительности этих методов недостаточно, и тогда для измерения малых концентраций радионуклидов применяют радиохимические методы. Основным недостатком радиохимических методов является необходимость отбора проб и определённой (зачастую длительной) подготовки проб: например, прокачка воздуха с осаждением пыли на специальные фильтры; отбор проб грунта с их последующим концентрированием путём озоления и т.п. Все это не позволяет решать главную задачу радиоэкологического мониторинга – оперативное определение радиоактивных веществ в окружающей среде. Существующая проблема может быть решена за счёт использования лазерных методов зондирования, применяемых сегодня для определения малых концентраций веществ в воздухе.

Отличительная особенность разработанных принципов и методов, состоит в способности дистанционно обнаруживать источники радиационных утечек и выбросов в атмосферу в зоне захоронения контейнеров с отходами ядерного топлива. Таким образом, достигается полная безопасность операторов при проведении радиационного контроля в зоне контейнерных захоронений и утилизации отходов топлива АЭС.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Межерис С.Б. Лазерное дистанционное зондирование. // М. Наука 1987 г.
2. Привалов В.Е., Шеманин В.Г. Дистанционное лазерное зондирование углеводородов в атмосфере. // Письма в ЖТФ. 2001. Т.27. №21. С.71–75.
3. C.Y.She. Remote measurement of atmospheric parameters: new applications of physics of lasers. //Contemporary Phys. 1990. Vol. 31. №4, P. 247–260.

Переварюха А.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ФОРМИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ СЦЕНАРИЕВ ДЛЯ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ ЭКСПЛУАТАЦИИ БИОРЕСУРСОВ

В статье рассматривается подход к организации набора вычислительных модельных сценариев для анализа эффективности эксплуатации водных биоресурсов и определению преосторожной стратегии природопользования. Сценарии формируются на основе разрабатываемых моделей теории формирования пополнения. Развитие предлагаемого подхода неотделимо от задачи исследования особенностей возникновения нелинейных эффектов в динамике разработанных моделей для задач анализа эффективности воспроизводства водных биоресурсов и их эксплуатации.

Динамические системы, и особенно используемые в моделировании унимодальные отображения (и некоторые бимодальные отображения) обладают возможностью внезапного проявления изменений в поведении, называемых «нелинейными эффектами». Качественно различные режимы поведения могут критическим образом влиять на результаты практической интерпретации численных расчетов, полученных в ходе моделирования.

Для оценки возможностей изменения поведения траектории имеет значение отрицательность шварциана и данная модель вида «запас-пополнение» на самом деле должно классифицироваться как *SU*-отображение в ряду аналогичных математических объектов. Для подобных отображений Дж. Сингером сформулирована и доказана теорема [1], что отображение унимодальной функции с сохраняющим знак может иметь не более одной устойчивой периодической траектории и эта траектория будет являться *ω*-предельным множеством для критической точки. Вся сложность динамики *SU*-отображений и прежде всего бесконечный каскад бифуркаций удвоения периода с константами Фейгенбаума, заканчивающийся образованием хаотического аттрактора гомеоморфного канторовскому множеству, является следствием доказанного в теореме факта.

При увеличении параметра каждая устойчивая точка претерпевает каскад бифуркаций удвоения периода с переходом к хаосу. Поведение траектории отличается тем, что траектория попадает в полосы строго периодически. Далее периодическое окно «закрывается» при значении

параметра, когда три хаотические полосы объединяются в момент, совпадающий с пересечением нестабильного цикла, возникшего при касательной бифуркации и хаотических подмножеств. Когда неустойчивые неподвижные точки оказываются внутри хаотических полос, размеры составного хаотического подмножества резко увеличиваются, так как в областях разделяющих хаотические полосы скачкообразно начинают появляться непериодические точки траектории и возникает единый связный на бифуркационной диаграмме аттрактор.

Подобное явление в литературе считается одной из разновидностей кризиса странного аттрактора. Как показано в работах Йорка, в семействе квадратичных отображений возможна другая разновидность кризиса – граничный кризис, когда постепенно увеличивающийся аттрактор соприкасается с границей области притяжения и теряет свойства аттрактора [2].

На настоящий момент известно несколько разновидностей непритягивающих хаотических множеств, и работы по изучению их свойств далеко не завершены. Выделяют хаотические сёдла, возникающие на месте странных аттракторов, изрешеченные (riddled basins) и перемешанные (intermingled basins) области притяжения аттракторов. Отдельно выделяются «Вада границы» областей притяжения (Wada basins) – фрактальные границы, окрестность каждой точки которых содержит непустое пересечение с тремя областями притяжения. Возникновение подмножеств с переходным апериодическим режимом существенно влияет на предсказуемость поведения траектории динамической системы, для которой существует более одного аттрактора. Не только изменение типа аттрактора при бифуркации влияет на поведение траектории динамической системы, но и метаморфозы характера границы между областями притяжения существующих аттракторов. Наличие фрактальной границы областей притяжения, представляющей собой область, гомеоморфную канторовскому множеству, приводит к невозможности предсказания относительно того, в непрерывную часть области притяжения какого из существующих аттракторов попадет фазовая траектория.

Автором обосновано оригинальное расширение теории «запас-пополнение» в дополнительном предположении, что при формировании пополнения поколение проходит несколько последовательных этапов развития [3]. Реализация новой модели в виде системы разрывных уравнений позволила перейти к исследованию неунимодальной зависимости запаса и пополнения рыбных ресурсов, имеющей четыре нетривиальные стационарные точки, из которых устойчива только одна. Применение новых методов оказалось оправданным и позволило исследовать новые нелинейные явления, связанные уже с возникновением и эволюцией хаотических множеств динамических систем. При определенных условиях происходит обратная касательная бифуркация, после которой восстанавливается интервальный аттрактор, имеющий непрерывную область притяжения. Найдена возможность регулирования моделируемого процесса, преодолевающего эффект неопределенности при наличии переходного хаотического режима в мультистабильной динамической системе.

В промысловой ихтиологии широко распространенным является представление о достижении максимально возможного долговременного уровня эксплуатации (MSY – maximum sustainable yield). Подход, основанный на экстремальных принципах теории оптимальных процессов, предполагает наличие у популяции состояния, позволяющего получать MSY. В простейшей логистической модели состояние находится как точка максимальной продуктивности. Классическая цель оптимального управления подразумевает выбор такого воздействия на управляемый объект (нерестового запаса эксплуатируемой рыбной популяции S), которое максимизировало бы некоторый целевой функционал выгоды от объекта. Практика регулирования режима эксплуатации часто сталкивается с ситуацией, когда определенные квоты по биомассе вылова видов рыб на основе существующих методик оценки численности запасов промысел просто оказывается не в состоянии освоить, что в течение ряда лет отмечалось в Волго-Каспийском бассейне. В 2011 году разрешенная квота по Волгоградскому водохранилищу была освоена только на 13,6%. Недостатки методов оценки запасов подрывает применимость теории оптимальной эксплуатации. Концепция MSY не позволяет определить, в какой степени наиболее продуктивное для промысла состояние является стабильным из-за взаимодействия внутрипопуляционных процессов и лимитирующих факторов среды. Специалистами Норвегии и Канады описано достаточно случаев, когда вроде бы научно обоснованная селективность промысла резко снижала генетическое разнообразие и устойчивость популяции по отношению к стрессовым факторам. Исследование старых экспертных прогнозов за 1980-е годы по перспективам промысла волжских популяций показывает, что реакции ихтиоценозов отличаются непредсказуемым характером и действие механизмов обратной связи неочевидно.

Теория о роли зависимости между запасом и пополнением, количеством особей доживших до определенного момента жизненного цикла сформулирована У. Рикером в 1954 году [4]. Однако, эта биологическая теория при математической формализацией столкнулась с рядом проблем возникновения нелинейных эффектов, изложенных в предыдущем докладе. Преодоление описанных проблем требовало не просто комплекса новых моделей для разных случаев, но разработки принципиально нового метода их построения. Математический аппарат, который должен применяться при расчете допустимого уровня эксплуатации популяций и эффективности воспроизводства, от

которого зависит способность восполнения запасов, необходимо разрабатывать с учетом современного уровня представлений нелинейной динамики. Основные математические зависимости, применяемы ранее при подобных расчетах были предложены до открытия универсальности поведения нелинейных систем. Развиваемые в последние годы методы нелинейной динамики оперируют понятием горизонт предсказуемости, не соответствующим представлениям о долгосрочном планировании в процессах управления. Популярность дискретных нелинейно-хаотических моделей увеличивается, однако мы отметим, что их применение связано с возникновением ряда изменений в поведении траектории системы, биологическая интерпретация которых проблематична. Система AnyLogic предлагает достаточный выбор численных методов с изменяющимся шагом интегрирования для работы с системами обыкновенных дифференциальных уравнений (но только в форме Коши), и дифференциальных уравнений с отклоняющимся аргументом. Это средство, позволяющее использовать популярный язык программирования Java, но имеющее и ряд недостатков, особенно в отношении визуализации результатов численных расчетов, может служить до некоторой степени малобюджетной альтернативой системе MatLab. Возможностями по построению гибридных моделей обладает и другой отечественный продукт – разработанный в Санкт–Петербурге MvStudium. Методы численного моделирования гибридных систем развивали авторы пакетов MvStudium и Rand Model Designer Ю.Б. Колесов и Ю.Б. Сениченков (Санкт-Петербургский Политехнический университет).

Некорректное определение максимально возможного уровня изъятия, который сможет восполнить популяция, приводит к резкому сокращению запасов и далее полной деградации популяции, как произошло с осетровыми рыбами Каспийского моря [5].

Автором решалась задача по разработке принципиально новой структуры моделей процесса воспроизводства водных биоресурсов для прогнозирования динамики популяции как результата баланса между репродуктивным потенциалом и величиной промысловой эксплуатации. Решено применить формализм гибридных автоматов, который позволит на основе дифференциальных уравнений при достижении особых состояний в пространстве переменных состояния (событий) изменять значения параметров в правых частях ОДУ и их форму [6].

Время срабатывания перехода в гибридном автомате рассчитывается после проверки на истинность условий, заданных массивом значений, оцененных по литературным данным. Модель определяется конечным множеством режимов изменения состояния, с каждым из которых связана правая часть ОДУ и множеством переходов между состояниями. Каждому переходу поставлено в соответствие условие завершение активности и функция инициализации начальных условий. Развиваемый событийный подход позволит описывать наборы сценариев возможных изменений стратегии промысла.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант № 13-07-00925

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Singer D. Stable orbits and bifurcations of the maps on the interval // SIAM journal of applied math. 1978. V. 35. P. 260–268.
2. Farmer J., Ott E., Yorke J. The dimension of chaotic attractors // Physica D. 1983. Vol. 7. P. 153–170.
3. Переварюха А.Ю. Непритягивающее хаотическое множество в новой мультистабильной модели биологической системы // Информационные технологии и вычислительные системы. 2009. №2. С. 13–22.
4. Ricker W. Stock and recruitment // Journal Fisheries research board of Canada. 1954. Vol. 11. №5. P. 559–623.
5. Винберг Г.Г. Многообразие и единство жизненных явлений и количественные методы в биологии // Журнал общей биологии. 1981. Т. 13. №1. 5–19 с.
6. Переварюха А.Ю. Основные концепции и разработка новых методов моделирования динамики популяций // Экологические системы и приборы. 2009. №6. 38–44 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Александрова Л.В.
Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный гидрометеорологический университет

РАЗВИТИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Облачные вычисления определяются разработчиками как инновационная технология, которая предоставляет динамично масштабируемые вычислительные ресурсы и приложения через Интернет в качестве сервиса под управлением поставщика услуг, причем на современном этапе развития эти услуги представляют собой преимущественно прикладные сервисы, облачные технологии обеспечивают пользователю защищенный доступ к собственным данным через интернет, при этом ему не нужно заботиться о работоспособности инфраструктуры, обновлениях и корректной работе операционной системы и программном обеспечении, с которым он работает. В основе своей, облако и облачные вычисления не являются новой технологией, которой надо научиться управлять. Облачные услуги – это способ предоставления, потребления и управления технологией. Они выводят гибкость и эффективность на революционный уровень путем эволюции проверенных способов управления, таких как резервирование, самообслуживание, безопасность и непрерывность, которые соединяют физическую и виртуальную среду.

Облачные вычисления включают три определения IaaS, PaaS и SaaS. IaaS (infrastructureas a service) – инфраструктура как сервис (аренда серверов, оплата по факту использованных ресурсов), настройка начинается с выбора операционной системы и заканчивается программированием необходимых сервисов. IaaS состоит из трех основных компонентов: 1) аппаратные средства (серверы, системы хранения данных, клиентские системы, сетевое оборудование), 2) операционные системы и системное программное обеспечение (ПО) (средства виртуализации, автоматизации, основные средства управления ресурсами), 3) связующее ПО (например, для управления системами). IaaS основана на технологии виртуализации, позволяющей пользователю оборудования делить его на части, которые соответствуют текущим потребностям бизнеса, тем самым увеличивая эффективность использования имеющихся вычислительных мощностей. Пользователь (компания или разработчик ПО) должен будет оплачивать всего лишь реально необходимые ему для работы серверное время, дисковое пространство, сетевую пропускную способность и другие ресурсы. Контроль и управление основной физической и виртуальной инфраструктурой облака, в том числе сети, серверов, типов используемых операционных систем, систем хранения осуществляется облачным провайдером.

IaaS избавляет предприятия от необходимости поддержки сложных инфраструктур центров обработки данных, клиентских и сетевых инфраструктур, а также позволяет уменьшить связанные с этим капитальные затраты и текущие расходы. Кроме того, можно получить дополнительную экономию, при предоставлении услуги в рамках инфраструктуры совместного использования.

С точки зрения безопасности основной проблемой при использовании IAAS могут стать пользователи-хулиганы. IAAS фокусируется на управлении виртуальными машинами, поэтому риски здесь слегка отличаются от тех, что присущи другим типам облачных сервисов. Главный риск заключается в хулиганском или неправомерном управлении сервисами. Эксплуатация IaaS требует мониторинга администрирования и использования. Рекомендуется использовать корпоративные фреймворки для управления сервисами, которые помогают предотвращать неправомерный доступ сотрудников к информации или неправомерное использование сервисов.

До конечного решения необходимо вложить больше ресурсов, чем при использовании PaaS. Целевая аудитория – разработчики ПО. Первопроходцами в IaaS считается компания Amazon, также известны продукты FlexiScale, RackspaceCloud, Joyent, Enomaly, ElasticGrid.

PaaS (platformas a service) – платформа как сервис (IaaS + специальная программная платформа), инфраструктура настроена, операционные системы уже стоят и работают, программная платформа стоит, работает, управляет данными, предоставляет удобный API. Для разворачивания веб-приложений разработчику не нужно приобретать оборудование и программное обеспечение, нет необходимости организовывать их поддержку. Доступ для клиента может быть организован на условиях аренды. Такой подход имеет следующие достоинства: масштабируемость, отказоустойчивость, виртуализация, безопасность.

Масштабируемость PaaS предполагает автоматическое выделение и освобождение необходимых ресурсов в зависимости от количества обслуживаемых приложением пользователей.

PaaS находится в процессе эволюции. Это парадигма разработки, которая может предоставить пользователям возможность переноса имеющихся у них приложений на новую платформу.

Например, начинающая компания Jelastic, предоставляющая платформу нового поколения для хостинга серверов Java, предлагает продукт типа PaaS, который позволяет за считанные минуты загружать приложения Java, не внося изменения в программный код и язык программирования и не учитывая специфику API. Разработчики могут выбрать понравившиеся и нужные им компоненты, и их приложение будет работать и масштабироваться на платформе Jelastic.

Модель PaaS таким образом открывает новую эру массовых инноваций. Теперь разработчики во всем мире могут получить доступ к неограниченной вычислительной мощности. Любой человек, имеющий доступ в Интернет, может создавать приложения и легко разворачивать.

Традиционный подход создания и запуска локальных (On-Premises) приложений всегда был сложен, дорог и рискован. Каждое приложение было разработано, чтобы удовлетворить определенным деловым требованиям. Каждое решение потребовало определенной конфигурации аппаратных средств, операционной системы, базы данных, электронную почту, веб-серверы, и т.д. Когда была создана окружающая среда аппаратного и программного обеспечения, команда разработчиков должна была выбрать комплекс платформ для разработки, чтобы создавать приложения. Неизбежно бизнес требует от разработчиков производить изменения в приложении. Измененное приложение требует новых циклов испытательных работ, прежде чем быть распространенным. Крупные компании часто нуждаются в специализированных средствах, чтобы разместить их в центрах обработки данных. Огромное количество электричества необходимо для работы серверов и поддержки системы кондиционирования. Наконец, все это требует использования отказоустойчивых площадок для центров обработки данных так, чтобы информация могла копироваться в случае сбоя.

Если говорить о безопасности, то ключевым моментом для данного типа платформ является шифрование данных. Модель PaaS изначально безопасна, но риск заключается в недостаточной производительности системы. Причина в том, что при обмене данными с провайдерами PaaS рекомендуется использовать шифрование, а это требует дополнительных процессорных мощностей. Тем не менее, в любом решении передача конфиденциальных данных пользователей должна осуществляться по шифрованному каналу.

Целевая аудитория – разработчики ПО. При наличии удобных визуальных сред это могут быть также пользователи далекие от программирования. К решениям, на которые повлияла концепция PaaS можно отнести HivextPlatform, GoogleAppEngine, MicrosoftAzurePlatform, AptanaCloud, EngineYard, GridGain, CodeRun. К примеру, Платформа WindowsAzure состоит из следующих компонентов:

- WindowsAzure. Обеспечивает среду на базе Windows для выполнения приложений и хранения данных на серверах в центрах обработки данных корпорации Майкрософт;
- SQL Azure. Обеспечивает службы данных в «облаке» на базе SQL Server;
- .NET Services. Обеспечивают распределенную инфраструктуру для «облачных» приложений и локальных приложений.

Каждая из составляющих выполняет определенные функции и все они тесно взаимосвязаны между собой.

SaaS (softasaservice) – приложение как сервис с целевой аудиторий в виде конечных потребителей.

Сегодня почти каждый ежедневно пользуется сервисами на базе облачных технологий. В качестве примеров можно привести сервисы Google – Gmail, онлайн редактирование и хранение документов, облачный сервис файлохранилища от Dropbox, iCloud и другие. При этом стоит говорить скорее не об инновационности облачных технологий, а о переходе количества в качество, то есть об эффекте масштабирования. В модели SaaS:

- приложение приспособлено для удаленного использования;
- одним приложением могут пользоваться несколько клиентов;
- оплата за услугу взимается либо как ежемесячная абонентская плата, либо на основе суммарного объема транзакций;
- поддержка приложения входит уже в состав оплаты;
- модернизация приложения может производиться обслуживающим персоналом плавно и прозрачно для клиентов.

С точки зрения разработчиков программного обеспечения, модель SaaS позволит эффективно бороться с нелицензионным использованием программного обеспечения, благодаря тому, что клиент не может хранить, копировать и устанавливать программное обеспечение.

«Данные как услуга» (Desktopas a Service, сокр. DaaS) – при предоставлении услуги DaaS клиенты получают полностью готовое к работе (под ключ) стандартизированное виртуальное рабочее место, которое каждый пользователь может дополнительно настраивать под свои задачи. Таким образом, пользователь получает доступ не к отдельной программе, а к необходимому для

полноценной работы программному комплексу. Приходя на работу, он просто вводит свои данные (логин/пароль или другие средства аутентификации) и может работать, используя вычислительные мощности стороннего сервера, а не своего ПК.

Схожа с этой и модель «Рабочее место как услуга» (Workspaceas a Service, сокр. WaaS), но в отличие от DaaS пользователь получает доступ только к ПО, в то время как все вычисления происходят непосредственно на его машине.

«Всёкакуслуга» (Everything as a service, сокр.EaaS) – модель, включающая в себя элементы всех вышеперечисленных решений и являющаяся на данный момент скорее концептом, нежели реально существующим механизмом. На данный момент внедрение подобной модели ожидается от таких гигантов, как Microsoft, Google, HP и т.д.

С точки зрения бизнеса облачные сервисы, обладающие практически неограниченной масштабированностью, иначе говоря, сколько ресурсов нужно, столько и будет предоставлено, достаточно выгодны – отсутствует необходимость тратить огромные средства на создание собственных серверов и центров обработки данных, на оплату лицензионного программного обеспечения (ПО), на содержание квалифицированного персонала. Можно автоматизировать все IT-процессы, купив готовые пакеты у поставщика облачного сервиса. С другой стороны мировые гиганты софтверной и хардварной индустрии, такие как Microsoft, Sony, Google, Huawei, VMware, Intel, Apple и другие, делают огромные инвестиции в облачные технологии.

Гидрометеорология, как набор прикладных сервисов и фундаментальных научных изысканий, не предполагает огромных прибылей и лишена особенностей бизнес-процессов, присущих коммерческим предприятиям. Сегодня основные вычисления производятся на суперкомпьютерах и кластерных системах для распределенных вычислений.

Кластер представляет собой технологию объединения нескольких компьютеров в единую вычислительную среду. Это технология повышения отказоустойчивости и/или производительности, балансировки нагрузки. Облачные вычисления – это принцип, предполагающий использование вычислительных мощностей удаленно через Интернет («облако»), причем эти мощности, как правило, находятся в ведомстве другой организации и предоставляются как сервис. Они являются не технологией, а моделью предоставления сервиса, основанной на различных современных технологиях. «Облако» может быть построено на базе кластера, а может и не быть. Кластер может держать на себе облачный ресурс или несколько, а может и не держать.

В науке сталкиваются с необходимостью развития следующих направлений:

- параллельное программирование, масштабируемость параллельных алгоритмов;
- проектирование кластерных архитектур;
- планировщики, управление вычислительными ресурсами кластера;
- гибридные вычисления с использованием GPU;
- параллельные хранилища данных;
- GRID, Cloud, распределенные вычисления как сервис.

Сервис удаленной работы на облаке, как таковой, в науке не очень важен, в отличие от собственно вычислений и обработки данных. Более того, в научной и изыскательской среде используется специализированный софт, в котором у большинства потенциальных клиентов облачных услуг просто отсутствует необходимость.

Одним из решений, альтернативных обычным кластерам или просто многосерверным решениям, является использование системы ElasticClouds – виртуального облака вычислительных ресурсов, которое исполняется на распределённом кластере, а внутри предоставляет ресурсы процессора и хранения данных, а также ввод-вывод, при этом масштабирование вашей системы может быть практически неограниченным и незаметным. Это и есть значение слова Elastic в определении – возможно в любой момент гибко масштабировать систему, исходя из наших потребностей, при этом не зависим от конкретного железа или других ресурсов. Среди интенсивно развивающихся проектов, которые с равным успехом могут быть использованы как в бизнесе, так и в науке, необходимо отметить opensource проект Eucalyptus.

Eucalyptus реализует схему IAAS (Infrastructure-as-a-Service), а именнно «нижний» уровень облака, позволяющий поднимать виртуальные машины по запросу вышестоящих приложений. Возможности Eucalyptus во многом позаимствованы из AmazonEC2, поэтому Eucalyptusc некими ограничениями и допущениями можно рассматривать как открытую альтернативу сервисам Amazon.

Проект EUCALYPTUS – ElasticUtilityComputingArchitectureforLinkingYourProgramsToUsefulSystems предоставляет открытую реализацию платформы облака, которая, кстати, совместима с форматом образов для Amazon.

Технологически EUCALYPTUS работает поверх кластера под управлением системы RockCluster (он требуется для установки системы, в будущем выйдет релиз не требующий дополнительных инструментов) и требует для развёртывания платформы виртуализации Xen 3.0.2. Для управления нашим облаком доступен веб-интерфейс, в котором возможно назначать права другим пользователям, которые и будут размещать свои виртуальные машины для исполнения в среде облака.

Иерархическая структура Eucalyptus выглядит так:

– контроллер узла (NodeController, NC) управляет запуском, работой и остановом виртуальных машин на подведомственном узле. Узел – это машина с работающим гипервизором (например, Xen), который осуществляет работу виртуальных машин (instances в терминологии Eucalyptus);

– контроллер кластера (ClusterController, CC) управляет подведомственными контроллерами узлов (NC): собирает информацию о загруженности узлов и принимает решения, на каких узлах будет выполнен запуск виртуальных машин;

– контроллер хранилища (StorageController) – место для хранения образов (image) виртуальных машин. В качестве хранилища выступает Walrus – сервис, подобный Amazon S3;

– контроллер облака (CloudController, CLC) представляет собой точку входа. Со стороны конечного пользователя (или вышестоящего приложения) поступают запросы на запуск виртуальных машин. Со стороны контроллеров кластеров поступают данные о загруженности узлов облака.Выполняемые на кластере приложения должны быть адаптированы для использования в кластерном окружении, чтобы получить преимущества по производительности. Применение такого оборудования необходимо во множестве направлений фундаментальной науки и прикладных расчетах. Требуется применение высокопроизводительных вычислений для таких задач, как моделирование физических процессов, решение математических уравнений, расчеты геологических пластов, аэродинамика и гидродинамика, инженерные расчеты, когнитивный анализ и многие другие области.

Таким образом, во-первых, можно предположить, что для научных и научно-прикладных целей, будут развиваться продукты opensource ПО для организации облачного доступа на уровне IaaS такие как, например, Eucalyptus, который представляет собой программный комплекс с открытым кодом для реализации cloud computing на кластерных системах.Во-вторых, тормозить развитие облачных систем будут следующие факторы: отсутствие всеобъемлющего широкополосного доступа в Интернет в регионах (актуальная проблема для России), недостаточная осведомлённость провайдеров и продавцов облачных услуг о жёстких требованиях к безопасности операций, предъявляемых к государственным учреждениям; неполные и/или недостаточные существующие федеральные руководящие документы и указания; недостаток знаний и опыта у сотрудников учреждений; отсутствие сертификации и аккредитации поставщиков; сложная совместимость и переносимость данных; предубеждения и боязнь утечек конфиденциальной информации; несоответствие модели ценообразования поставщиков облачных услуг системе финансирования государственных учреждений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gillam, Lee. Cloud Computing: Principles, Systems and Applications / Nick Antonopoulos, Lee Gillam. – L.: Springer, 2010. – 379 p. – (Computer Communications and Networks).
2. Крупин А. CloudComputing: высокая облачность. URL: http://old.computerra.ru/interactive/461761/
3. Романченко В. Облачныевычисления на каждый день.3DNews http://www.3dnews.ru/editorial/cloud_computing/
4. Дэррил Тафт. Станет ли PaaS массовым сервисом в этом году? – PCWeek/RE №19 (804) 10 июля 2012.
5. Джо Мак-Кендрик. SaaS, PaaS и IaaS: три облачные модели, три различных риска – PCWeek/RE №20 (805) 13.04.2012.
6. WindowsAzure теперь поддерживает PhoneGap, Dropbox и Hadoop. URL: http://cloudzone.ru/community/blogs/microsoft/186.html.
7. Девять наиболее вероятных облачных угроз в 2013 году. URL: http://cloudzone.ru/articles/analytics/53.html.
8. Облачные вычисления. URL:http://cloudzone.ru/articles/review/1.html
9. Ричард Столлман: Кому служит тот сервер на самом деле? URL:http://cloudzone.ru/articles/review/8.html.
10. IaaS и PaaS в одном Azure. URL: http://www.microsoft.com/ru-ru/news/IaaS-PaaS.aspx.
11. Eucalyptus Cloud Documentation. URL: http://www.eucalyptus.com/docs.

Басов И.С., Попов В.Б.
Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный гидрометеорологический университет

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОСМОТРА ДАННЫХ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ОТРАЖАЕМОСТИ В ТРЁХМЕРНОМ ВИДЕ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВИДЕ АЭРОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГРАММЫ

В прогностических центрах для составления прогнозов требуются данные различных метеорологических измерений, которые поступают и хранятся в подобных центрах в цифровом виде. В настоящее время синоптик имеет дело с большим потоком гидрометеорологической информации. Современные информационные технологии позволяют максимально упростить, упорядочить и вывести на качественно новый уровень обмен гидрометеорологической информацией и ее представление. Использование при составлении прогнозов специального программного обеспечения является необходимым элементом в работе синоптика.

В данной статье освещено программное обеспечение, предназначенное для просмотра данных радиолокационной отражаемости в трёхмерном виде и гидрометеорологической информации в виде аэрологической диаграммы.

Во всех аэропортах существует метеорологический отдел. Задача этого отдела – составление кратковременных прогнозов погоды, без которых не может взлететь ни один самолёт. Для составления прогноза требуются данные метеорологических измерений, в том числе тех, которые

получены в процессе работы метеорологического радиолокатора (МРЛ). Информация, собранная радиолокатором, обрабатывается и отображается в виде карт радиолокационной отражаемости, карт высоты верхней границы облачности, а также карт опасных явлений погоды (гроза, град, ливень). Раньше эти карты строили вручную, на что тратилось значительное время. Сейчас, в век информационных технологий, построение карт происходит автоматизировано средствами специализированного программного обеспечения. Полученные карты сопоставляются с картами других метеорологических измерений, и на их основе штатные синоптики составляют прогноз погоды. При появлении опасных явлений погоды принимается решение об отмене ближайших рейсов из данного аэропорта.

В настоящее время программные средства, которые поставляются с МРЛ, позволяют просматривать радиолокационную информацию только в двухмерной плоскости. Такой вид отображения является недостаточно наглядным, потому что у данных, связанных с облачностью есть третье измерение – высота. В связи с этим была разработана программа, предназначенная для просмотра радиолокационной отражаемости в трехмерном виде в пределах заданной географической области. Она представляет интерес для синоптиков как дополнительный способ визуализации радиолокационной отражаемости.

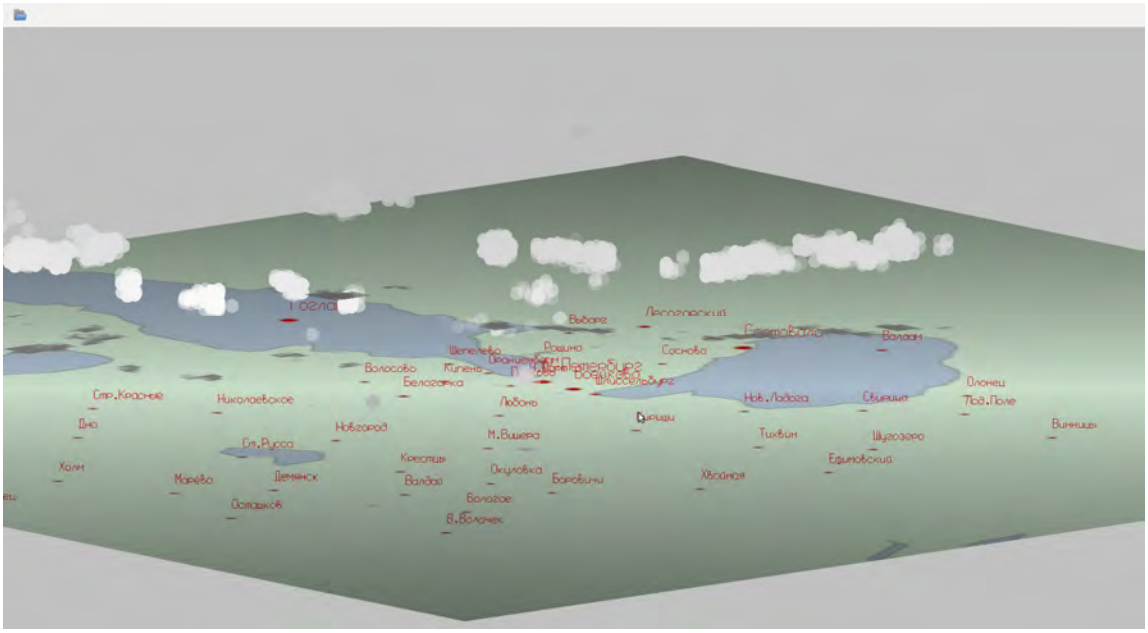


Рис. 1. Внешний вид пользовательского интерфейса приложения 3DClouds

Программное средство 3DClouds имеет удобный интерфейс пользователя. Он представлен на рисунке 1. При запуске приложения автоматически отображаются данные за последний срок наблюдений. Также предусмотрена возможность выбора данных за предыдущие сроки наблюдений из архива. Информация представляется в виде облачных скоплений расположенных над картографической основой. Картографическая основа представляет собой географическую карту местности с площадью, равной площади действия радиолокатора. На картографической основе также обозначены и подписаны населенные пункты, расположенные в заданной площади. Населенный пункт, в котором расположен измерительный МРЛ находится в центре карты. С помощью мыши синоптик может менять угол просмотра и масштаб.

Планируется развитие программного обеспечения 3DClouds в сторону увеличения информативности. Предполагается добавление дополнительной метеорологической информации на трехмерную карту (направления ветров, фронты, изолинии и др.).

Радиолокационные данные требуют подтверждения. Для этого можно провести сопоставление измерений радиолокатора с данными сети наземных метеорологических станций и данных аэрологического зондирования.

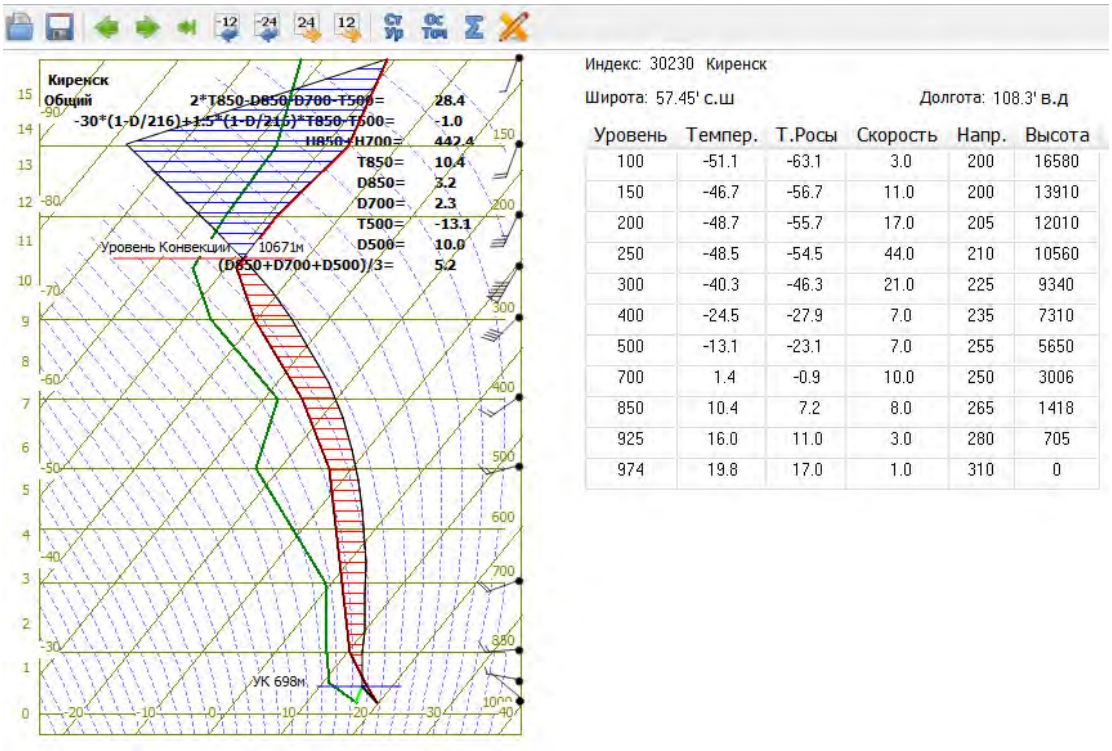
Программа отображения информации в виде аэрологической диаграммы может использоваться синоптиками для наглядного расчётно-графического анализа, прогноза аэрометеорологических условий и выявления опасных погодных явлений, таких как гроза.

В качестве входных данных для данной программы выступает бинарный файл, который содержит расшифрованные данные в коде КН-04 (FM-35 TEMP) для нескольких станций за один метеорологический срок. В результате выполнения программы на экран выводятся аэрологическая диаграмма и таблица с результатами температурно-ветрового зондирования. На аэрологической диаграмме строятся: кривая стратификации температуры, кривая точек росы (депеграмма), кривая состояния, вертикальное распределение направления и скорости ветра. Эти построения

производятся путём преобразования физических координат (координат на бланке диаграммы) в экранные координаты. В программе также предусмотрены следующие функции:

– выбор срока, за который выполнены измерения, и индекса нужной станции;
– расчёт грозовой деятельности и прогноз гроз по методу Лебедевой;
– выбор типа данных (данные на стандартных изобарических поверхностях или уровне «особых точек»);
– редактирование исходных данных;
– вывод результатов расчётно-графических построений.

В результате расчётно-графических построений на аэрологической диаграмме строятся: кривая состояния, уровни конденсации и конвекции, уровни инверсии температуры и изотермии – и отображаются энергии неустойчивости. При выполнении данных построений в программе задействуются элементы аналитической геометрии. Рабочее окно программы представлено на рисунке 2.



Уровень	Темпер.	Т.Росы	Скорость	Напр.	Высота
100	-51.1	-63.1	3.0	200	16580
150	-46.7	-56.7	11.0	200	13910
200	-48.7	-55.7	17.0	205	12010
250	-48.5	-54.5	44.0	210	10560
300	-40.3	-46.3	21.0	225	9340
400	-24.5	-27.9	7.0	235	7310
500	-13.1	-23.1	7.0	255	5650
700	1.4	-0.9	10.0	250	3006
850	10.4	7.2	8.0	265	1418
925	16.0	11.0	3.0	280	705
974	19.8	17.0	1.0	310	0

Рис. 2. Окно расчётно-графических построений

При необходимости сопоставления или совместного просмотра данных аэрологического зондирования и данных радиолокационной отражаемости, существует возможность отображения их в едином трёхмерном пространстве (рисунок 3).

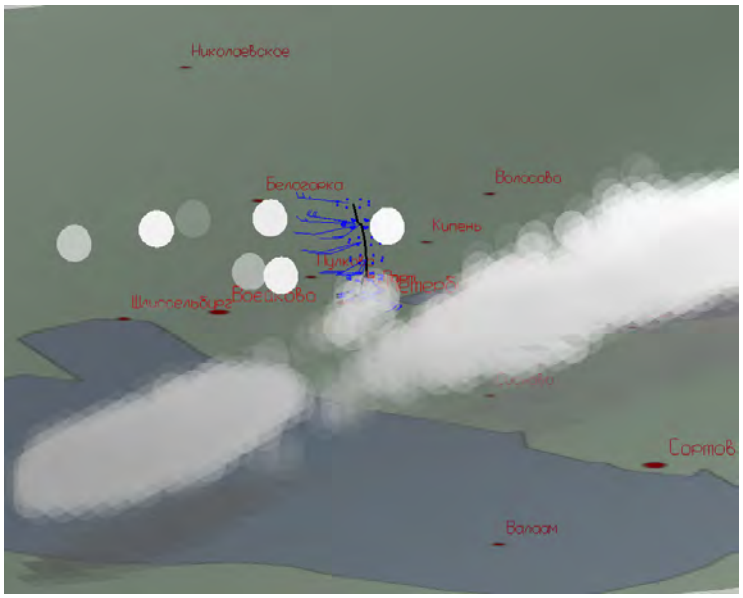


Рис. 3. Совместное отображения данных на базе ПО 3DClouds

Представленные программные продукты являются современными средствами для просмотра гидрометеорологической информации и могут использоваться на рабочих местах синоптиков для анализа атмосферных процессов и прогноза погоды.

Митько А.В.
Россия, Санкт-Петербург, Арктическая общественная академия наук

ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА В ЦЕЛЯХ КОНТРОЛЯ ОБСТАНОВКИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ

В последнее время на основании федеральных документов «Стратегия национальной безопасности Российской Федерации до 2020 года», законов РФ №ФЗ-16 «О транспортной безопасности», №ФЗ-35 «О противодействии терроризму», №ФЗ-261 «О морских портах в Российской Федерации…», Указа Президента РФ №1167 «О неотложных мерах по повышению борьбы с терроризмом», Постановления Правительства РФ №324 «Об утверждении Положения о федеральной системе защиты морского судоходства от незаконных актов, направленных против безопасности мореплавания» различные ведомства самостоятельно и независимо друг от друга развивают автоматизированные системы мониторинга обстановки (АСМО) для обеспечения контроля обстановки, в том числе Арктическом регионе.

Интегрирование информации ведомственных систем мониторинга обстановки наиболее целесообразно производить на региональном уровне, т.к., именно здесь они получают максимальный объем информации об обстановке и имеют возможность наиболее эффективно ее использовать, в связи с чем должны создаваться региональные интегральные автоматизированные системы мониторинга обстановки (РИАСМО) путем объединения информации ведомственных АСМО, совместно действующих в едином регионе.

Системообразующим элементом централизованной (с центральным звеном) РИАСМО является ее региональный информационный центр (РИЦ), в котором собирается и интегрируется вся информация, поступающая от участников интегральной системы, а затем выдается всем заинтересованным потребителям (рисунок 1).

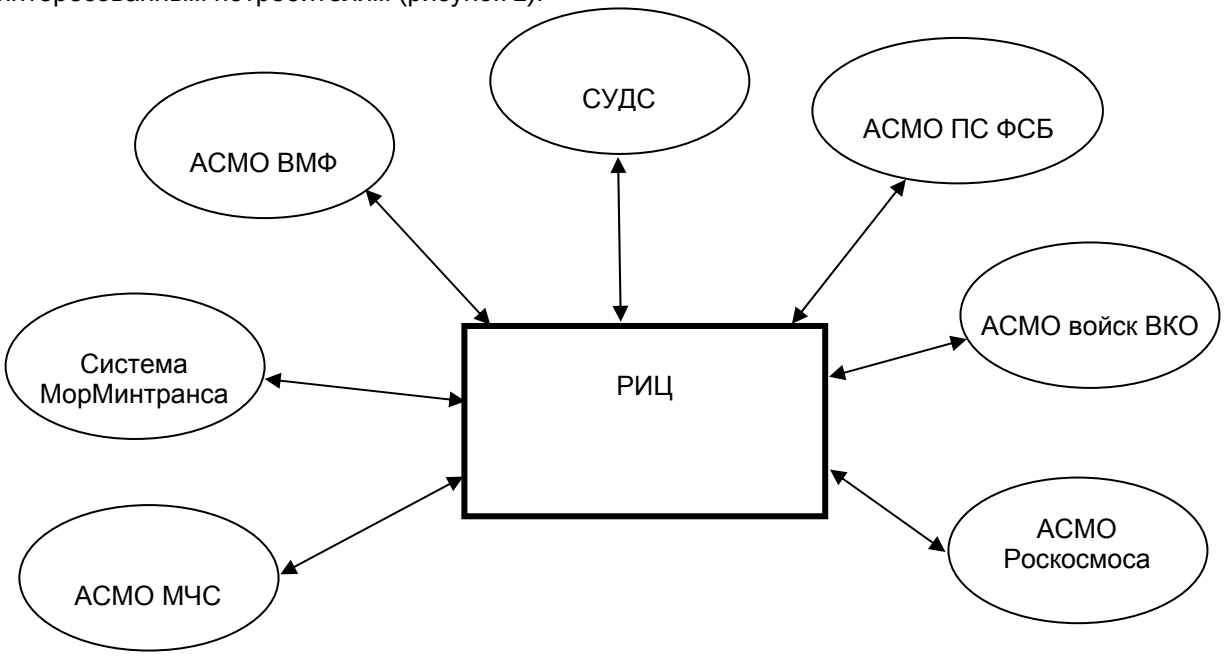


Рис. 1. Структурная схема централизованной РИАСМО

К настоящему времени также разработана по поручению Правительства Российской Федерации №СИ-П7-2273 от 10.04.2010 года. «Концепция системы освещения обстановки в Арктическом регионе» (СОО в Арктике) предусматривающая ее создание путем интеграции существующих и перспективных средств освещения обстановки наземного, морского, воздушного и космического базирования, а также центров обработки и распределения информации различной ведомственной принадлежности.

В рассматриваемой централизованной РИАСМО значительные силы и средства должны быть потрачены на создание её РИЦ, т.е. на решение задач интеграции информации и ее выдачи участникам системы, однако, в процессе ее эксплуатации быстро выяснится, что интегральная информация оказывается не нужной ни одному из участников системы. Действительно – каждому из участников РИАСМО будут интересны только определенные виды информации от определенных ведомственных АСМО, но собственную информацию они будут использовать напрямую, а не

применять ее после прохождения процедуры интеграции в РИЦ, вносящей существенные временные задержки и дополнительные погрешности.

Таким образом, решение перечисленных и сопутствующих задач создания централизованной РИАСМО практически невыполнимо в обозримо короткие сроки при разумных финансовых затратах, что отмечено в концепции СОО в Арктике и подтверждается продолжением активного независимого развития в РФ ведомственных АСМО.

Нецентрализованная РИАСМО создается без центрального звена, т.е. без РИЦ, при этом системообразующим элементом РИАСМО будет выступать подсистема обмена информацией между ее участниками (рисунок 2). Создание такой подсистемы обмена информацией не требует специальной проработки, т.к. уже регламентировано законом РФ №24-93 «Об информации, информатизации и защите информации» и к настоящему времени хорошо освоено на базе Ethernet-технологий.

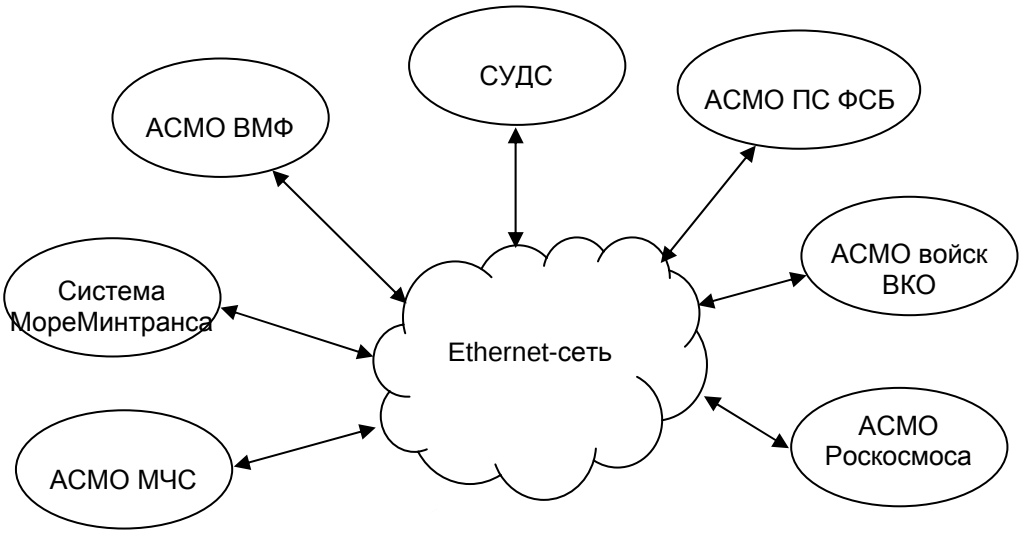


Рис. 2. Структурная схема нецентрализованной РИАСМО

Предлагаемая нецентрализованная схема построения РИАСМО позволяет избежать всех указанных выше недостатков системы с РИЦ, при этом не нужен единый хозяин системы, а достаточно назначить государственный межведомственный орган научно-методического сопровождения согласованного развития ведомственных АСМО в рамках РИАСМО. Таким координирующим органом в каждом регионе может стать соответствующий филиал или институт Российской Академии Естественных Наук; применительно к Арктическому региону выполнение указанной функции может быть возложено на Арктическую Академию Наук.

Рассматриваемый способ реализации нецентрализованной РИАСМО был апробирован при выполнении ОКР «Разработка и изготовление фрагмента регионального звена Федеральной интегрированной системы контроля надводной обстановки в территориальных водах и в 200-мильной экономической зоне РФ для Кольского залива» в рамках Федеральной целевой программы «Реструктуризация и конверсия ОПК» (1998 – 2001 годы). Опытный образец фрагмента системы для Кольского залива (РИАСМО-КЗ) предназначался для сбора и обработки радиолокационной информации о надводной обстановке на акватории Кольского залива на базе существующих радиотехнических постов Северного флота, постов технического наблюдения Арктического регионального управления ФПС РФ и СУДС Кольского залива, доведения их информации в интегрированном виде до управляющих структур указанных ведомств с целью обеспечения оперативного контроля надводной обстановки в интересах безопасности плавания, обеспечения повседневной деятельности сил флота, охраны территориальных вод и экономической зоны РФ.

Реализованный на практике фрагмент РИАСМО-КЗ состоит из следующих элементов:

- фрагмент АСМО-КЗ СФ;
- фрагмент АСМО-КЗ АРУ ФПС;
- действующая СУДС-КЗ Росморпорта;

автоматические каналы обмена радиолокационной информацией между АСМО-КЗ СФ, АСМО-КЗ АРУ ФПС и СУДС-КЗ на базе ведомственных линий связи.

В результате выполнения указанной ОКР, при незначительных финансовых затратах в кратчайшие сроки был создан действующий фрагмент РИАСМО-КЗ, обеспечивший появление возможности наблюдения в РИЦ-КЗ СФ и РИЦ-КЗ АРУ ФПС высокоточной надводной обстановки на

большей части акватории Кольского залива, при этом в деятельность участников системы не было внесено никаких дополнительных задач вне их прямого назначения.

Предлагаемая концепция нецентрализованной РИАСМО в применении к надводному наблюдению в мае 2005 года рассматривалась на Экспертном совете при Главнокомандующем ВМФ, были одобрена и рекомендована к внедрению в системах охраны прибрежной зоны.

В существующих условиях эскалации террористической деятельности особое место среди задач обеспечения безопасности жизнедеятельности занимает задача предупреждения угроз террористического и криминального характера важным объектам инфраструктуры различных ведомств. Террористические и криминальные угрозы могут приводить к нарушениям функционирования объектов на длительный срок, к большим экономическим потерям и человеческим жертвам. За рубежом, наряду с силами проведения специальных операций, стремительными темпами развиваются технологии, позволяющие создавать роботизированные технические средства и, прежде всего, автономные необитаемые и необслуживаемые малоразмерные аппараты для решения задач специальных операций. В связи с этим, для обеспечения эффективной охраны важных объектов, необходимо в составе ведомственных АСМО предусматривать специальные локальные автоматизированные подсистемы контроля обстановки (АСКО), работающие прежде всего по малым и сверхмалым целям, таким как малое плавсредство, автомобиль, дельтаплан, пешеход, пловец и т.п.

Учитывая, что задача охраны важных объектов достаточно идентична в разных ведомствах, для уменьшения затрат времени и финансов на проектирование АСКО и обеспечение высокой эффективности их функционирования необходимо:

– ввести такие системы в ранг финансируемых и контролируемых государством систем, аналогично системам обеспечения навигационной (эксплуатационной) безопасности, таких как система управления движением судов (СУДС), для чего следует разработать соответствующую нормативную базу АСКО, которая должна быть положена в основу решения задач проектирования, развертывания, сертификации и эксплуатации таких систем;

– под государственным контролем (в рамках государственной программы) разработать типовую АСКО, включающую в себя все необходимые виды оборудования для обеспечения контроля надводной, подводной, наземной и воздушной обстановки, на базе которой будут разрабатываться АСКО для конкретных объектов охраны;

– в нормативной базе АСКО предусмотреть их создание путем адаптации типовой АСКО под конкретные объекты охраны за счет подбора необходимого количества ее различных элементов (оборудования) и привязки их к местности, что обеспечит применение в АСКО только утвержденных решений и сертифицированного оборудования и существенно сократит затраты на их проектирование.

Разработка типовой АСКО позволит:

– обеспечить высокий уровень унификации и стандартизации при создании АСКО в рамках ведомственных АСМО;

– существенно сократить объемы финансирования и сроки создания АСКО конкретных объектов охраны за счет исключения из их жизненного цикла стадии разработки составных частей и перехода непосредственно к стадии рабочего проектирования с использованием технических и программных средств из состава типовой АСКО.

Назначение типовой АСКО:

Надежное автоматическое обнаружение, классификация, определение координат и параметров движения объектов-нарушителей на водной и земной поверхности, в прилегающем к ним воздушном пространстве и под водой, днем и ночью в любых погодных условиях на расстояниях, обеспечивающих своевременное применение сил и средств защиты охраняемого объекта для предотвращения нанесения ему ущерба со стороны объекта-нарушителя.

Решаемые задачи:

1. Автоматическое обнаружение появления новых объектов на подходах, границах и внутри охраняемой зоны.
2. Автоматическое определение координат и параметров движения обнаруженных объектов.
3. Автоматическая или автоматизированная (с участием оператора) классификация обнаруженных объектов, выделение объектов-нарушителей.
4. Автоматический сбор, объединение и хранение информации от всех датчиков системы.
5. Отображение интегральной информации на экране АРМ оперативного дежурного системы на фоне электронной карты контролируемой зоны с выдачей ему свето-звукового сигнала о факте обнаружения объекта-нарушителя.
6. Автоматическая выдача оповещения и другой информации по обнаруженным нарушителям службе защиты охраняемого объекта и другим заинтересованным структурам.

Перечень основных типов нарушителей:

– малоразмерные надводные объекты, в том числе дистанционно управляемые, со скоростями хода до 55 узлов;

– малоразмерные летательные аппараты с высотой полета до трех километров и скоростями до 50 м/с, в том числе моторные дельтапланы;

– малоразмерные подводные автономные и дистанционно управляемые средства доставки, а также подводные пловцы;

– наземные транспортные средства всех типов, люди, животные.

Состав типовой АСКО. Основные задачи подсистем:

АСН осуществляет автоматическое решение первой и второй задач АСКО в надводной, наземной и прилегающей воздушной областях охраняемой зоны (рисунок 3).

АСП осуществляет автоматическое решение первой и второй задач АСКО в подводных областях охраняемой зоны.

Рис. 3. Структурная схема типовой АСКО

Вся полученная в АСН и АСП информация интегрируется в АСО, которая решает задачи три, четыре, пять и шесть, а также обеспечивает оперативное централизованное управление/контроль оборудования всей системы.

Функционирование рассматриваемой АСКО могут обеспечить всего два человека:

– сменный оператор, решающий задачи технического использования оборудования системы,

– радиотехник, решающий задачи технического обслуживания оборудования системы.

Основу АСО составляет автоматизированное рабочее место сменного оператора (АРМ-О) и технологическое (АРМ-Т), обслуживаемое радиотехником. АРМ-О оборудовано несколькими операторскими рабочими станциями (ОРС), обеспечивающими наблюдение всей получаемой информации и дистанционное управление аппаратурой АСКО.

В АСН входят (рисунок 4):

– система технического контроля поверхности и воздушного пространства на подходах к охраняемой зоне и внутри нее (СТК-ПОВ) на базе радиотехнического оптико-электронного комплекса (РТОК);

– система технического контроля периметра охраняемой зоны (СТК-ПЕР) на базе автоматизированная сигнализационно-разведывательная система (АСРС);

– система технического контроля зданий (СТК-ПОВ) на базе средств пожарно-охранной сигнализации и охранного телевидения.

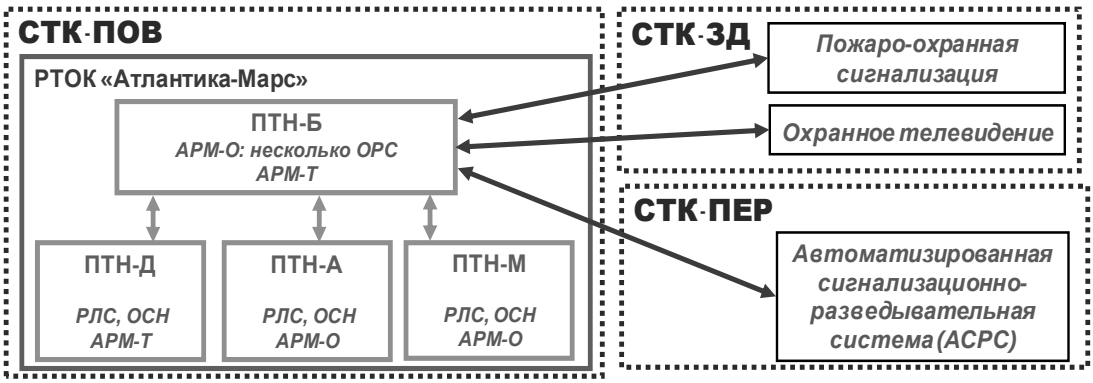


Рис. 4. Структурная схема АСН

РТОК составляют пост технического наблюдения базовый (ПТН-Б), где установлены АРМ-О и АРМ-Т, дистанционные необитаемые (ПТН-Д), обитаемые автономные (ПТН-А) и мобильные (ПТН-М) посты. ПТН оборудуются специальными радиолокационными станциями (РЛС), способными наблюдать малые и сверхмалые цели, а также оптическими телевизионными/тепловизионными

системами наблюдения (ОСН). В последние годы такого типа РЛС разрабатываются несколькими отечественными предприятиями, например, РЛС типа «Атлантика» и «Марс» в ХК «Ленинец».

АСРС представляет собой комплект разведывательно-сигнализационных устройств, связанных по радиоканалу с АРМ-О, собирающих информацию об обстановке по периметру территории охраняемого объекта.

Основу АСП составляет гидроакустический комплекс, состоящий из стационарных гидроакустических станций (СГАС), системы стационарных датчиков обнаружения (ССДО) и автономных подводных необитаемых аппаратов (АНПА).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Митько А.В. Развитие системы освещения подводной обстановки в Арктическом регионе // Труды Конгресса «Цели развития тысячелетия и инновационные принципы устойчивого развития Арктических регионов России». / Научно-практическая конференция «Наукоёмкие и инновационные технологии в решении проблем прогнозирования и предотвращения чрезвычайных ситуаций и их последствий». – СПб., 2011.– С. 12–15.
2. Митько А.В., Скориантов Н.Н. Основные направления создания комплексной системы подводного мониторинга в Арктическом регионе. // Труды Межотраслевой научно-практической конференции «Военное кораблестроение России» («ВОКОР-2012»). / СПб, 2012. – С. 45–49.
3. Митько А.В. Информационное обеспечение транспортных магистралей Северо-Восточной части Северного морского пути. // Труды научно-практической конференции «Арктическая зона Российской Федерации: Северо-восточный вектор развития». / СПб, 2012. – С. 78–81.

Новопашенный И.В., Чжао Ч., Федорова Т.А., Подгайский Э.В., Шевчук О.И., Попов Н.Н., Котельников К.К.
Германия, Бремен, Университет Бремена,
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Российский государственный гидрометеорологический университет
Калининград, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ОБУЧЕНИЯ SAKAI ПРИ РАЗРАБОТКЕ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНЫХ НАУК

Консорциум университетов из России при поддержке партнеров из Германии, Испании и Литвы с 2011 года реализует совместный проект TEMPUS eMaris «Расширенная трехуровневая, основанная на компетентностном подходе учебная программа в области прикладных морских наук». Общей целью проекта является продолжение реформы системы высшего образования в области прикладных морских наук в России, отвечающего требованиям Болонской декларации и в соответствии с требованиями стратегических рамкок Европейского сотрудничества в области образования и профессиональной подготовки.

Для внедрения в рамках проекта электронной платформы сотрудничества студенческого и академического сообществ рассматривались основные системы поддержки обучения с открытым программным кодом, такие как SAKAI и Moodle. В ходе анализа упомянутых систем было установлено, что система Moodle обладает более гибкими средствами управления учебным процессом и представления результатов обучения, вследствие чего она шире распространена среди российских вузов. Однако задачи проекта не ограничивались только обучением и предполагали широкое взаимодействие заинтересованных лиц. В свою очередь, SAKAI представляет собой виртуальную среду как для организации обучения, так и совместной работы. Основанная в 2004 году и развиваемая несколькими крупнейшими университетами мира при поддержке Andrew W. Mellow Foundation, данная платформа используется для создания систем поддержки сетевого и дистанционного обучения, для организации групповой работы, в том числе работы исследовательских групп, для создания портфолио индивидуальных пользователей. Кроме того, Sakai, в отличие от многих других систем дистанционного обучения, написан не на PHP, а на Java. Это делает его намного более надежным и безопасным. Поскольку он изначально рассчитан на поддержку большого количества пользователей и масштабируемость.

СПО SAKAI является свободно распространяемой платформой с открытым исходным кодом. Координацией проекта – обеспечением финансирования и организацией работы сообщества – занимается некоммерческая организация SakaiFoundation, основанная специально для этого в конце 2005 года.

Система представляет собой набор модулей, которые могут быть подключены по мере надобности. Такая схема предоставляет пользователям платформы свободу выбора: на основе фреймворка они могут собрать систему с любой конфигурацией, подключая к нему необходимые инструменты и игнорируя ненужные (разумеется, учитывая зависимости между инструментами). Во-первых, это позволяет гибко изменять СПО в ответ на изменения в образовательном процессе. Во-вторых, такая схема позволяет максимально эффективно использовать имеющиеся ресурсы. При необходимости, некоторые модули могут быть изменены или дописаны под нужды ВУЗа. Так же имеется возможность подключения сторонних продуктов. Отдельное внимание нужно уделить системе видеоконференций BigBlueButton, которая также легко встраивается в SAKAI и позволяет проводить семинары и конференции, находясь в разных точках земного шара.

Благодаря указанным преимуществам, платформа SAKAI была выбрана консорциумом университетов eMaris в качестве электронной платформы сотрудничества студенческого и академического сообществ в рамках реализуемого проекта. Платформа в версии 2.9 была установлена на сервер РГГМУ по адресу sakai.rshu.ru. В настоящее время продолжаются тестовые испытания платформы, а также работы по локализации программного обеспечения.

Внедрение коллаборативной платформы SAKAI позволит перевести процесс обучения в ВУЗе на совершенно новый качественный уровень. Основными преимуществами подобной модернизации являются:

– устранение цифрового неравенства. Система позволяет предоставить полный доступ к учебным материалам всем студентам вне зависимости от формы обучения;

– возможность получения знаний и практических навыков в удобное для студента время. Доступ к ресурсу осуществляется с любого устройства, подключенного к Интернету;

– персонализация обучения (согласно Болонскому процессу). Возможность предоставления индивидуального контента для каждого студента (учебные материалы, тесты, сервисы);

– система мониторинга деятельности студента на всех этапах обучения. Информация о результатах тестирований и прохождении курсов хранятся даже после окончания студентом ВУЗа;

– постоянная связь студентов и преподавателей. Система является удобной площадкой не только для обучения и тестирования обучающихся, но и для факультативных занятий с помощью системы видеоконференций и личного общения студентов с профессорско-преподавательским составом ВУЗа.

Главной целью на период становления новой коллаборативной платформы университета, является повышение уровня и качества методической, дидактической, информационной поддержки организации учебного процесса для студентов, преподавателей и административных работников факультетов. Для чего необходимо решить ряд задач:

– обучение преподавателей правилам и методикам использования коллаборативной платформы для поддержки курсов очного и дистанционного обучения;

– формирование и развитие принципов общения преподавателей и студентов в учебном процессе с использованием современных средств управления знаниями;

– создание организационных структур, ответственных за методическую поддержку и техническое сопровождение платформы;

– интеграция информационных массивов данных, существующих в РГГМУ и СПбГМТУ, с внедряемой платформой;

Основное преимущество коллаборативной платформы в том, что каждый пользователь получает доступ к своему профилю из любой точки мира. Это позволяет преподавателям, находящимся в командировке, проводить лекции и семинары по средствам видеоконференций, дистанционно контролировать эффективность занятий студентов, просматривать выполненные ими задания и пройденные тесты, а также оставлять комментарии и пересылать материалы и документы. Пользователю постоянно доступно его расписание, а также новости факультета/кафедры/университета. SAKAI позволяет организовать систему обратной связи, нацеленную на решение нескольких ключевых задач: индивидуальное обсуждение и ответы на вопросы студента преподавателем; оценка и комментирование студентом материала лекций, что позволит преподавательскому составу своевременно вносить изменения в учебные материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. rSmart Sakai CLE User Guide, Version 2.8, rSmart, 2011.
2. Васильев В.Н. Модели управления вузом на основе информационных технологий. – Петрозаводск: ПетрГУ, 2001. С. 100.
3. Игнатова И.Г. Электронная среда информационного взаимодействия в рабочих процессах вуза // Высшее образование сегодня. 2004. №9. С. 60–62.
4. Крюков В.В., Шахгельдян К.И. Проблемы создания интегрированной информационной среды вуза // Телекоммуникации и образование. 2005. №6. С. 56–68.

Попов Н.Н.
Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный гидрометеорологический университет

СОПРЯЖЕНИЕ АРХИВНЫХ ДАННЫХ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКВАТОРИИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Информационное обеспечение различных видов деятельности в Баренцевом море – важная и сложная задача, необходимость решения которой продиктована интенсификацией освоения этого региона. Для мониторинга и контроля состояния вод близ Арктики могут быть использованы геоинформационные системы (ГИС).

Одним из наиболее перспективных направлений, развиваемых в Российском государственном гидрометеорологическом университете, является применение данных дистанционного зондирования океана при формировании ГИС. Одним из основных инструментов получения информации о

подводной обстановке являются на сегодняшний день гидроакустические средства, эффективность применения которых существенным образом зависит от знания пространственно-временных характеристик распределения скорости звука. Сложный гидрологический режим и интенсивное вертикальное перемешивание создают неблагоприятные условия для моделирования процессов, влияющих на формирование вертикального распределения скорости звука в акватории.

Для оценки возможности прогнозирования вертикального распределения скорости звука (ВРСЗ) могут быть использованы архивные данные, скорректированные измеренными на поверхности значениями температуры и солености, полученными с помощью дистанционных методов зондирования.

В данной работе океанографические данные, на основе которых был сформирован архивный блок, были получены из базы данных NODC (National Oceanographic Data Center), содержащей 74280 гидрологических станций, на которых измерялись температура и соленость в период с 1970 по 1990 годы. Данные также опубликованы в Климатическом атласе Баренцева моря (Матисов Г. и др., 1998 г.).

Профили скорости звука были получены с использованием упрощенной формулы Лероя (Урик Р.Дж., 1978 г.). Далее весь объем данных был разбит на двенадцать массивов (станции, выполненные в пределах одного месяца).

Дальнейшая обработка информации производилась с целью получения типичной кривой ВРСЗ, которая отражала бы наиболее часто повторяющуюся вертикальную структуру поля скорости звука в своем районе. Такие кривые были получены путем осреднения значений скорости звука на характерных горизонтах перегиба (ГП) и оси подводного звукового канала (ОПЗК), а также на дополнительных горизонтах всех гидрологических станций преобладающего типа ВРСЗ. По наиболее вероятному профилю можно судить о вертикальном профиле скорости звука в конкретном районе.

На базе архивного блока была получена кривая распределения ВРСЗ для станций с координатами 71°с.ш. и 33,5°в.д. в июне. Также она была скорректирована значениями разности среднегодовых температур и соленостей в 1970 – 1990 годы и 2002 году, чтобы добиться большего подобия прогностической кривой основанной на данных за 1970 – 1990 годы.

По данным, представленным на сайте Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО), средняя температура в слое 0–200 м на станциях Кольского меридиана в 1970 – 1990 годы – 3,84°С, в 2002 – 4,42°С, а в 2012 – 5,36°С (средняя соленость – 34,76‰, 34,75‰ и 34,79‰ соответственно).

Приповерхностная часть моделируемой кривой может быть модифицирована с использованием спутниковых измерений поверхностной температуры и солености. Эта процедура была выполнена данной точки, в которой имелись шесть полевых измерений, выполненных с разных судов в июне 2002 года.

Температура морской поверхности была получена с сайта проекта GHRSST (Group for High Resolution Sea Surface Temperature – группа температуры морской поверхности высокого разрешения) (Minnett и др., 2012), а в качестве значения солености на поверхности была взята среднемесячная июньская соленость 2002 года с сайта Полярного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО).

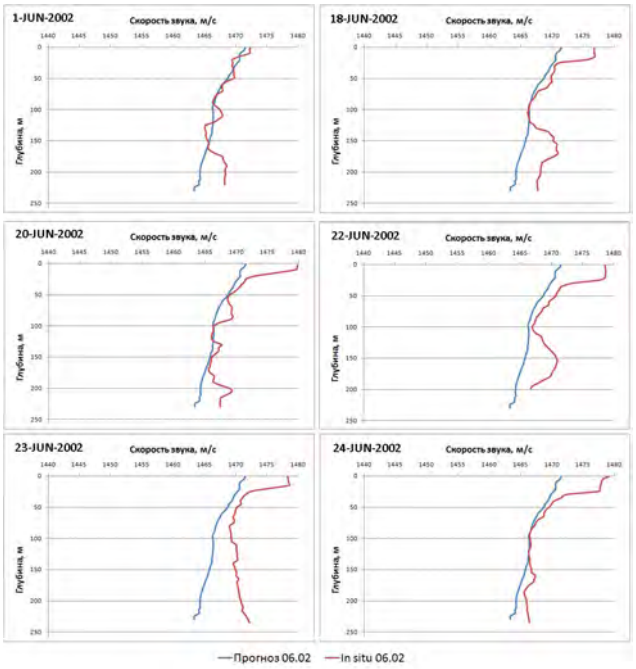


Рис. 1. Прогностическая кривая ВРСЗ в точке и измеренные значения

Для более поздних измерений (позже 2009 года) могут быть использованы спутниковые измерения поверхностной солености проектов Aquarius/SAC-D (Sea Surface Salinity from Space – соленость на поверхности моря из космоса) и SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity – влажность почвы и соленость морской поверхности).

На рисунках 1 и 2 представлены наблюдения за изменением скорости звука в точке №4 в течение июня (рисунок 1 – без поправок, рисунок 2 – с введенными поправками на температуру и соленость на поверхности).

Согласно графикам, верхние две трети вполне объективно отражают состояние среды, в то время как нижняя часть кривой требует доработки.

С другой стороны, за вторую половину месяца тип кривой менялся четыре раза, что вызывает некоторые трудности для прогностического отображения.

Было сформулировано предположение об использовании данных о типе вертикального распределения скорости звука и характеристиках района для корректировки полученной прогностической кривой, чтобы предупредить конечного пользователя информации о возможном появлении горизонтов перегиба или подводного звукового канала.

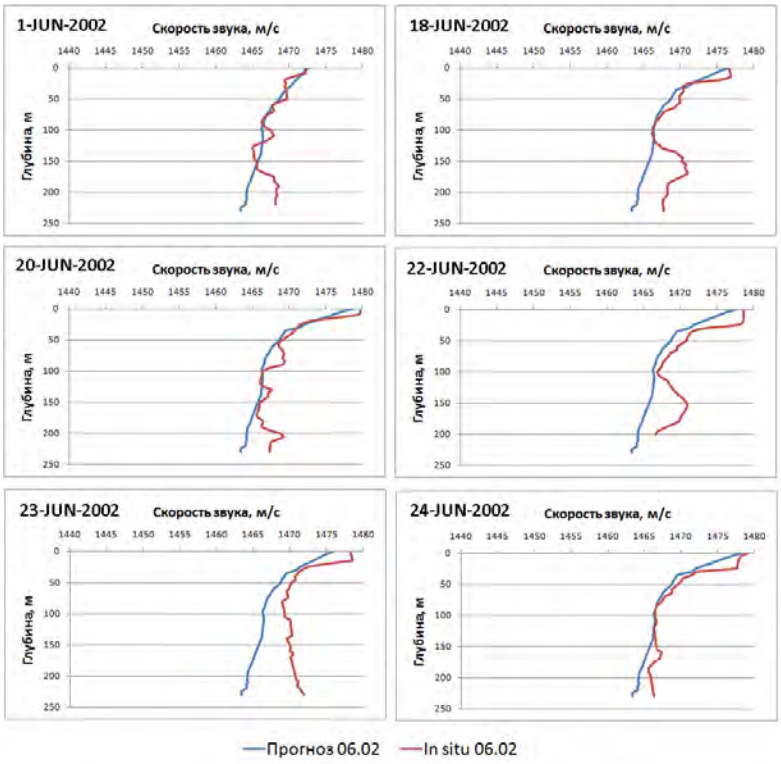


Рис. 2. Прогностическая модифицированная кривая ВРСЗ в точке и измеренные значения

Следующим шагом исследований будет оценка влияния погрешности знания ВРСЗ на прогнозирование дальности действия в различных режимах работы. На основании таких оценок можно обосновать критерий приемлемости предлагаемого метода сопряжения статистических данных и данных оперативного дистанционного мониторинга.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матисов Г., Зуев А., Голубев В., Адров Н., Слободин В. Климатический атлас Баренцева моря 1998: температура, соленость, кислород. Мурманский морской биологический институт. 1998.
2. Урик Р.Дж., Основы гидроакустики. // Л:Судостроение, 1978.
3. Minnett P.J., Kachi M., Kaiser-Weiss A. The Group for High Resolution Sea Surface Temperature 2011/2012. GHRSST Project Office, 2012.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ

Гутарева Ю.И., Лысенко В.А., Иванова А.А., Сальникова П.Ю., Корзина М.И.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный академический институт живописи, скульптуры и архитектуры имени И.Е. Репина,
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова

СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПЕЙЗАЖНОГО ЖАНРА САНСУХВА («ГОРЫ–ВОДЫ») В КОРЕЙСКОМ ИСКУССТВЕ В ПЕРИОД ПОЗДНИЙ ЧОСОН (XVIII – СЕРЕДИНА XIX ВЕКОВ)

Жанр в искусстве – сложное социокультурное явление, с присущими ему определёнными, характерными только для него, средствами художественной выразительности, который может быть определён как тип произведения искусства в единстве специфических свойств его формы и содержания [1].

Поэтому жанр следует рассматривать как сложное историческое явление, для анализа которого возможно применить системный подход на основе общей теории систем [2].

Определим систему

$S =< Z, A_I, A_E, R_I, R_E >$

как совокупность взаимодействующих компонентов, где:

Z – цели существования системы,

A_I – внутренние элементы системы,

A_E – элементы внешней среды (надсистем), с которыми взаимодействует система,

R_I – связи между внутренними элементами системы,

R_E – связи системы с внешней средой.

При этом отметим, что, согласно определению [3], система – упорядоченное представление об объекте исследования с точки зрения поставленной цели. Применительно к анализу пейзажного жанра «сансухва» были определены и проанализированы следующие компоненты:

A_I, A_E – место, период времени, носители пейзажного жанра и другие, общим числом более двадцати компонентов;

R_I, R_E – зарождение и формирование пейзажного жанра «сансухва» в корейском искусстве в эпохи Ранних Царств, Корё и Ранний Чосон (IV – середина XIV веков);

а также:

– эволюция пейзажного жанра «сансухва» в корейском искусстве в период Средний Чосон (середина XIV – XVII веков);

– формирование национального характера пейзажного жанра «сансухва»;

– новаторство в использовании реалистических тенденций, появление пейзажей с изображением конкретных местностей Корейского полуострова – «чингён сансухва» в период Поздний Чосон (XVIII – середина XIX веков) и другие, общим числом более двадцати компонентов.

На рисунке 1 представлена схема пейзажного жанра «сансухва» как системы.

Особый интерес представляет анализ Z – цели существования пейзажного жанра «сансухва» в корейском искусстве в период Поздний Чосон (XVIII – середина XIX веков). Этот период отмечен подъемом общественной и культурной жизни страны, во многом связанный с развитием демократического движения школы Сирхак, возникшей на основе усвоения знаний и опыта западной цивилизации. Утрата к концу XVII века лидирующих позиций Китая в дальневосточном регионе, содействовала укреплению этнического самосознания корейского общества. Новые тенденции эпохи наиболее ярко воплотились в пейзажном жанре: заимствование художественного опыта западноевропейской цивилизации, творческое переосмысление и адаптация его в рамках традиционной системы дальневосточной живописи тушью, обращение художников к натурным впечатлениям, которые способствовали зарождению нового явления в искусстве Кореи – национального пейзажа, посвященному реальным видам природы Корейского полуострова – «*чингён сансу*хва» [4].

Таким образом, жанр «сансухва» стал материальным отражением сложных исторических явлений в культуре Кореи, представляя собой квинтэссенциею длительного эволюционного пути

корейского пейзажа, с органичным синтезом устойчивых традиций и новаций эпохи. Жанр «сансухва» оказал влияние на развитие демократических и реалистических тенденций в других изобразительных жанрах в искусстве Кореи, прежде всего, в бытовом [5].

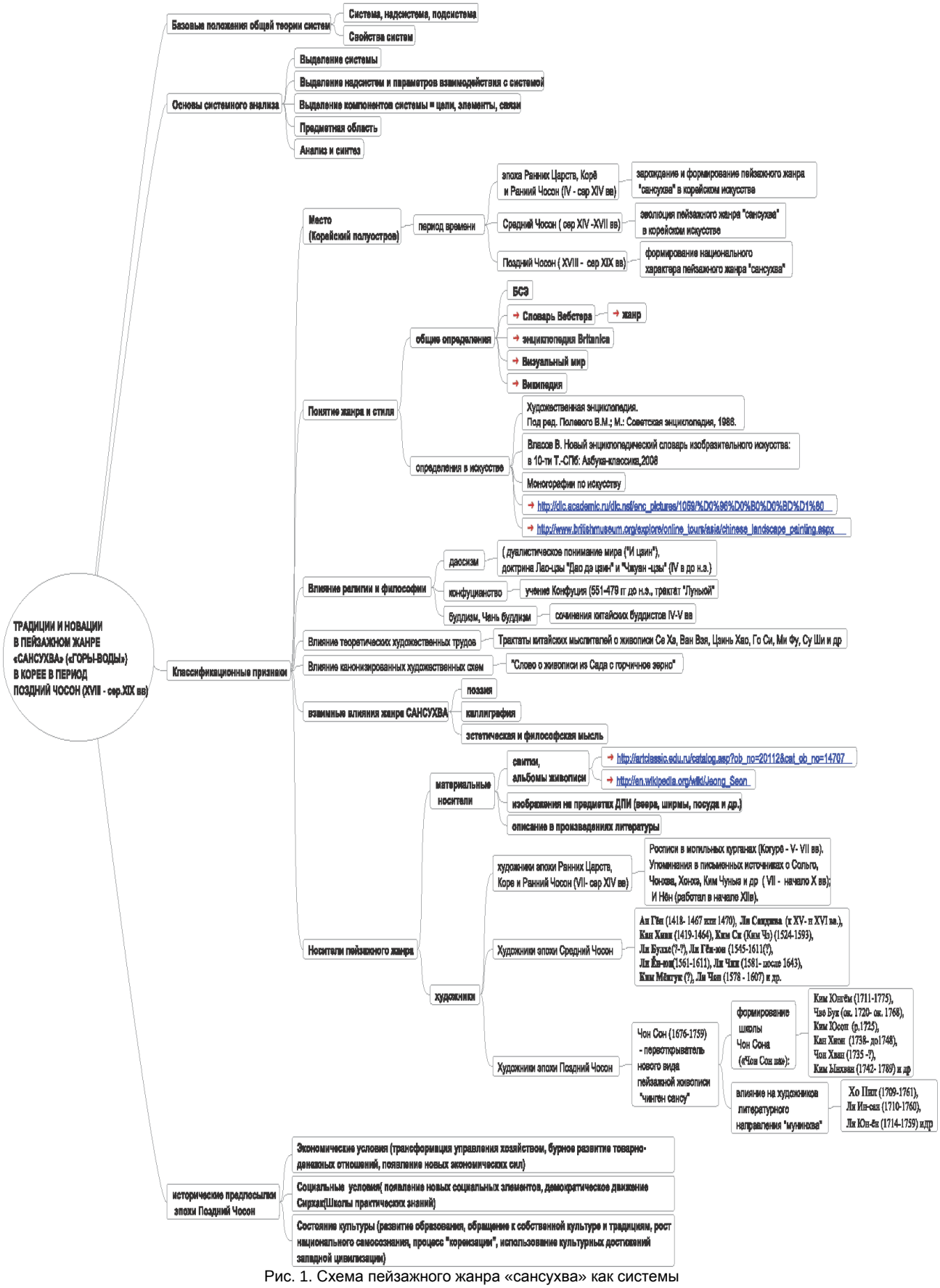


Рис. 1. Схема пейзажного жанра «сансухва» как системы

Показано, что жанр «сансухва» как система характеризуется такими свойствами, как эмерджентность, целостность, синергизм, коммуникативность и др. [3]. Само же историческое

возникновение и развитие жанра «сансухва» обладает свойством эквифинальности (способность системы достигать определенного состояния, которое не зависит ни от времени, ни от начальных условий, а определяется исключительно ее параметрами) [3].

В докладе, на основе положений общей теории систем, с учетом сложившихся советских, российских и мировых традиций анализа жанра живописи, проанализирован жанр «сансухва», выявлено влияние внешних факторов, обусловленное историческими предпосылками эпохи, на его развитие и обозначено влияние на развитие корейского искусства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. http://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_pictures/1059/Жанр от 20.05.12.
2. Волкова В.Н. Теория систем: Учеб. пособие/ В.Н. Волкова, А.А. Денисов. – М.: Высш. шк., 2006. – 511 с.: ил.
3. Качала В.В. Основы теории систем и системного анализа. Учебное пособие для вузов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 216 с.: ил.
4. Yi Song-me. Korean Landscape painting. Continuity and innovation through the ages. – New Jersey: Hollym International Corp., 2006. – 221 p.
5. Киреева Л.И. Роль Чон Сона и художников-жанристов в развитии национальной культуры Кореи. Автореферат диссертации на соискание ученой степени канд. исторических наук. – М.-Л., 1973.

Денисова М.А.
Россия, Омск, Омский государственный технический университет

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ MAXSCRIPT ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРЬЕРА

Наиболее значительный сегмент рынка компьютерной графики занимает визуализация интерьера и архитектуры. Для работы с компьютерной графикой предназначено большое количество программ.

В ходе анализа существующих интерактивных приложений по созданию интерьера, с учетом выявления их достоинств и недостатков, был выбрана программа кампании Autodesk, Inc. – крупнейшего в мире поставщика программного обеспечения для промышленного и гражданского строительства, машиностроения, рынка средств информации и развлечений.

Autodesk 3Ds Max – полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трёхмерной графики и анимации, разработанная компанией Autodesk (рисунок 1) содержит самые современные средства для художников и специалистов в области мультимедиа.

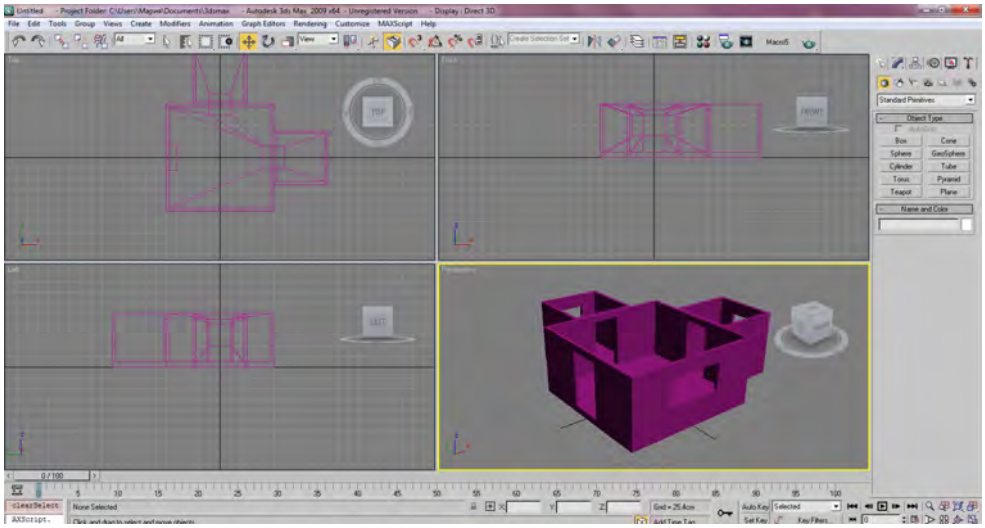


Рис. 1. Диалоговое окно программы Autodesk 3ds Max

3Ds Max располагает обширными средствами для создания разнообразных по форме и сложности трёхмерных компьютерных моделей реальных или фантастических объектов окружающего мира, с использованием разнообразных техник и механизмов, в том числе полигональное моделирование, в которое входят Editable mesh (редактируемая поверхность) и Editable poly (редактируемый полигон). 3Ds Max является одним из наиболее распространённых методов моделирования, используемых для создания сложных моделей и низкополигональных моделей для игр.

Как правило, моделирование сложных объектов с последующим преобразованием в Editable poly начинается с построения параметрического объекта «Box», и поэтому этот способ моделирования общепринято называется «Box modeling» и включает:

– моделирование на основе неоднородных рациональных B-сплайнов (NURBS);

– моделирование на основе так называемых «сеток кусков» или поверхностей Безье (Editable patch) – подходит для моделирования тел вращения;

– моделирование с использованием встроенных библиотек стандартных параметрических объектов (примитивов) и модификаторов.

Методы моделирования могут сочетаться друг с другом.

Моделирование на основе стандартных объектов, как правило, является основным методом моделирования и служит отправной точкой для создания объектов сложной структуры, что связано с использованием примитивов в сочетании друг с другом как элементарных частей составных объектов.

Стандартный объект «Чайник» (Teapot) входит в этот набор в силу исторических причин: он используется для тестов материалов и освещения в сцене, и, кроме того, давно стал своеобразным символом трёхмерной графики.

Неоспоримым достоинством 3Ds Max является открытая архитектура, благодаря чему многие дизайнеры и программисты создают подключаемые модули, применение которых значительно расширяет и без того огромные возможности программы. Следует перечислить этапы дизайн-проектирования для определения важности 3D-графики в интерьере и архитектуре.

1 этап. Эскизный дизайн-проект.

Дизайн-проект – комплект документов, который описывает функциональные и дизайнерские решения интерьера. Он включает в себя множество решений, от элементов выбранного стиля до отделочных материалов и расположения розеток.

Грамотный дизайн-проект достаточно объемный и трудоемкий процесс. Дизайн-проект позволит увидеть обстановку будущей квартиры (офиса), наглядно представить, как будут выглядеть те или иные детали интерьера, возможно ли сочетание тех или иных цветовых решений, продумать роль всех элементов интерьера в общей композиции, включая пол, потолок и источники освещения.

2 этап. Моделирование.

Осуществление визуализации интерьера начинается с создания коробки помещения, процесс создания которой осуществляется несколькими способами, вот один их них:

1. Создание куба.
2. Создание меньшего по размеру куба с теми же координатами расположения в пространстве.
3. Применение булевой операции (вычитания) к созданным кубам для получения стен и пола коробки помещения.
4. Добавление дополнительных коробок помещения, для создания любого помещения.
5. Добавление дополнительных кубов для создания оконных и дверных проемов.
6. Применение булевой операции (вычитание) к созданным кубам для получения оконных и дверных проемов.

После построения коробки помещения дизайнер приступает к наложению текстур и добавлением мебели и аксессуаров в проектируемое помещение.

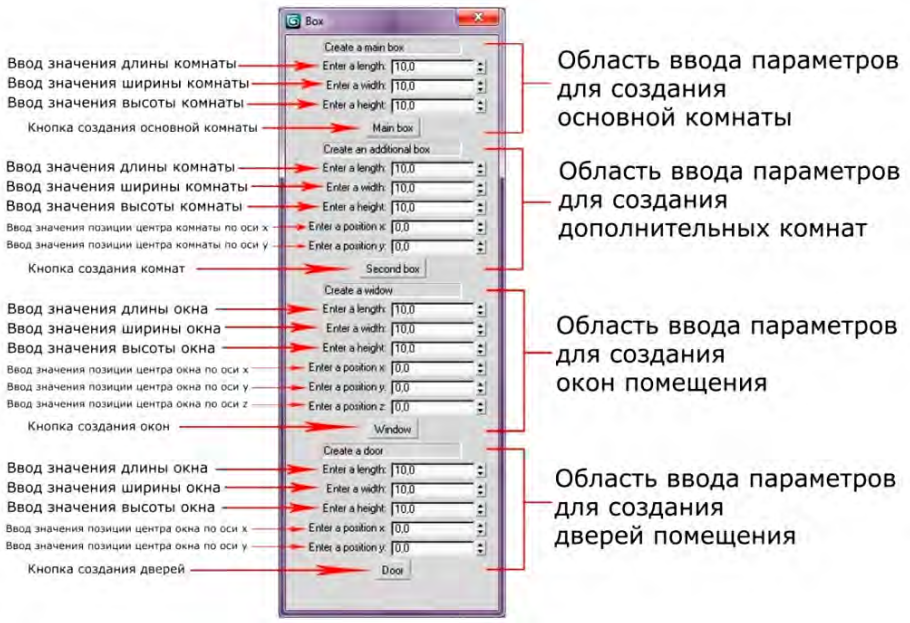


Рис. 2. Разработанное интерактивное приложение

В целях экономии времени дизайнера возникает потребность в автоматизации вышеописанного процесса. Была поставлена задача: создать приложение с элементами полей для ввода определенных числовых значений и кнопок, с помощью которых бы создавалась коробка помещения.

Для реализации данной задачи был выбран скриптовый язык программирования Maxscript. Скриптовый язык – язык программирования, разработанный для записи «сценариев», последовательностей операций. В прикладной программе, сценарий (скрипт) – это программа, которая автоматизирует некоторую повторяющуюся задачу, которую без сценария пользователь делал бы вручную, используя интерфейс программы. Использование встроенного языка Maxscript в программе Autodesk 3ds Max дает возможность автоматизировать процесс проектирования интерьера и расширяет возможности дизайнера в воплощении различных идей.

Разработанное приложение (рисунок 2) представляет собой интерактивную панель, содержащую поля для ввода значений, которые задают параметры объектов (комнат, окон, дверей), и кнопки, при нажатии на которые создаются объекты.С помощью данного приложения можно создать многокомнатную коробку помещения при вводе определенных значений, что значительно упрощает работу дизайнера (рисунок 3). Стоит обратить внимание, что значения выбираются относительно начала осей координат в пространстве.

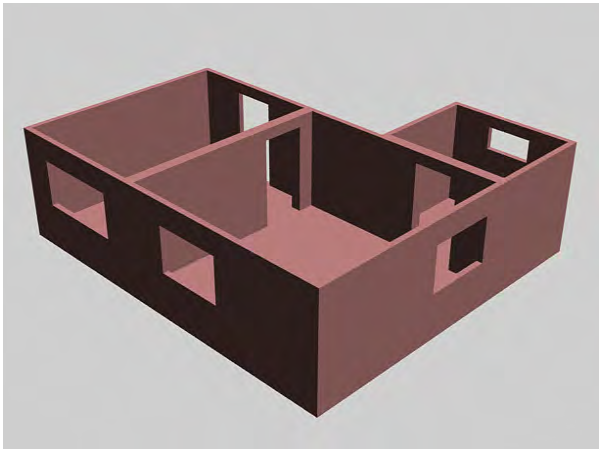


Рис. 3. Коробка помещения созданная с помощью разработанного приложения

После создания определенной коробки помещения, дизайнер приступает к ее текстурированию и добавлению предметов интерьера на 3D-сцену (рисунок 4).

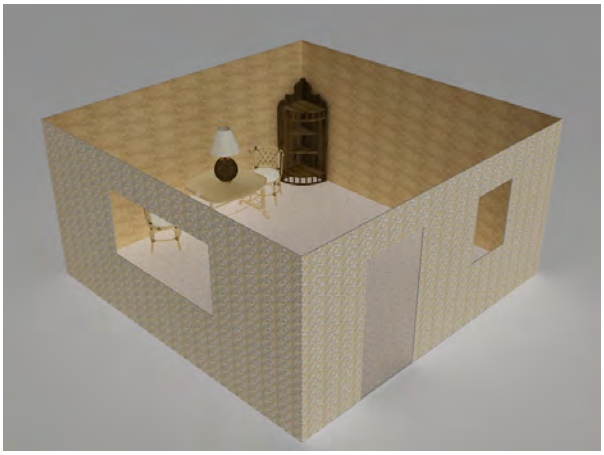


Рис. 4. Коробка помещения с наложенными текстурами и мебелью

3 этап. Строительная документация.

После визуализации уточняются все технические моменты и выполняется строительная документация, которая заверяется заказчиком и дизайнером.

4 этап. Авторский надзор.

Дизайнер осуществляет авторский надзор по согласованию с заказчиком в течение отделочных работ, подборов материалов, корректировку по ходу строительных работ и надзор за воплощением дизайнерского решения в соответствии с согласованным дизайн-проектом.

В заключении можно отметить необходимость оптимизировать и автоматизировать работу дизайнера в процессе визуализации проектов в целях экономии времени и расширения возможностей разработчика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы 3Ds Max 8 MAXScript: учебный курс от Autodesk: Пер. с англ. [Текст] / – М.: Вильямс, 2006. – 206 с.: ил.
2. Шишанов А.В. Дизайн интерьеров в 3Ds Max 2011[Текст] /А.В. Шишанов. СПб.: Питер, 2011. – 240 с.: ил.
3. Стиренко А.С. 3ds Max 2009/3ds Max Design 2009. Самоучитель. [Текст] / М.: ДМК Пресс, 2008. – 544 с, ил.

Костюченко О.А.
Россия, Санкт-Петербург, Детская студия мультимедиа «M-ART», Санкт-Петербургского центра творческого развития и гуманитарного образования «На Васильевском»

НЕ ЗАБУДУ, НЕ ЗАБУДЕМ, НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ВСЕГО ТОГО, ЧТО МЫ ПЕРЕЖИЛИ

Фильм «Услышь меня…» посвящен блокаде Ленинграда

Фильм сделан на основе сохранившихся дневников жителей блокадного Ленинграда и современных размышлений в форме эссе авторы, которых дети студии. В основу сценария фильма легла классификация эмоциональных составляющих понятия Блокада Ленинграда, сделанная на основе реального рассказа жительницы блокадного Ленинграда – Нины Викторовны Зреловой.

Рис. 1. Первая сцена из фильма

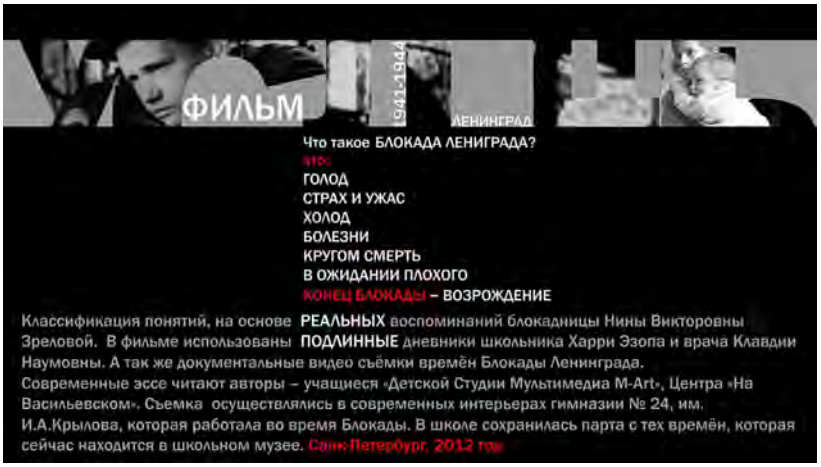


Рис. 2. Сцена из фильма

Задача фильма заключалась в неформальном подходе к осознанию понятия «Что такое блокада, какой она была?». Через понимание и сравнение душевного состояния детей – блокадников и их ровесников сегодня. Через эмоциональный анализ и глубинные личностные ассоциации каждого. Тех, кто это лично помнит и тех, кому повезло не знать, что такое Блокада Ленинграда. А это: голод, страх и ужас, холод, болезни, кругом смерть и каждый день в ожидании плохого. И, всё-таки, в конце возрождение и жизнь.

Фильм состоит из 7 частей: холод, голод, страх и ужас, болезни, кругом смерть и каждый день в ожидании плохого. Все части разделены на 3 составляющих:

Первая – это дневники врача Клавдии Наумовны, которые сопровождаются видеорядом, состоящим из шрифтовой заставки обозначающей тему и документальных видео материалов военного времени. Работы по типографике исполнялись отдельной группой детей во время учебных занятий в рамках образовательной программы студии «Типографика в мультимедиа». Предварительно руководителем проекта разрабатывалось учебное техническое задание по каждой теме индивидуально, с подбором всего комплекса визуального материала: фотографии, нарезка видеосюжетов, шрифты. Которые, необходимо было использовать при создании шрифтовой заставки. Тщательная, детальная проработка технического задания, дала возможность не только качественно и в сроки выполнить данное учебное задание, но сделать все сюжеты в единой стилистике в соответствии со сценарием фильма.

Рис. 3. Сцена из фильма. Дневник Клавдии Наумовны. Шрифтовая заставка

Все страницы из дневника Клавдии Наумовны сопровождаются видеорядом – документальными кадрами из Блокадного Ленинграда. Черно-белым кино пронзительно и правдиво иллюстрирующим рассказ врача. По левой и правой стороне экрана горят церковные свечи, мерцающий, негаснущий свет которых, олицетворяет души людей переживших эти страшные годы. Но есть и потухшие свечи – погасшие жизни детей и взрослых – по разным данным, от 400 тыс. до 1,5 млн. человек. Так, на Нюрнбергском процессе фигурировало число 632 тысячи человек. Только 3% из них погибли от бомбёжек и артобстрелов; остальные 97% умерли от голода. Ни один игровой художественный или анимационный фильм не сможет заменить по силе своего воздействия на зрителя – документальные кадры. Именно по этому, видеоряд композиционно располагается в центре, а анимация свечей по краям экрана, таким образом, концентрируя внимание на главном – горькой правде.

Рис. 4. Сцена из фильма. Дневник Клавдии Наумовны. Документальные кадры

Вторая часть построена на чтении дневника – школьника Харри Эзопа. По всей вероятности, это псевдоним, который взял себе автор этого трагического дневника. К сожалению никаких сведений, о нем не сохранилось.

3 марта 1942 года.

Сегодня ел студень из клея, один раз. Ничего на вкус, но его можно есть без конца, поскольку непитателен. Кончаю писать. Темно. Уже семь часов. Передают последние известия…

На этом обрываются записи из дневника Харри Эзопа. Через несколько дней его не стало. На первой странице этого дневника написано: НЕ ЗАБУДУ, НЕ ЗАБУДЕМ, НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ВСЕГО ТОГО, ЧТО МЫ ПЕРЕЖИЛИ…

Съемка сцен осуществлялась в стенах школьного музея гимназии №24, им. И.А. Крылова, Василеостровского района Санкт-Петербурга, которая работала во время Блокады. Ученик студии Кирилл Устинов читает дневник, сидя за партой, сохранившейся со времен Блокады, ныне располагающейся в центре современной экспозиции школьного музея.

Заключительная составляющая каждой части фильма – эссе, авторами которых были дети студии. Тема выбиралась из шести пунктов списка эмоциональных составляющих: голод, страх и

ужас, холод, болезни, кругом смерть, в ожидании плохого. Важно было понимать, что невозможно описать эти ощущения адекватно человеку, который реально пережил, все эти чудовищные испытания. Как представить себе хотя бы на сотую долю того, что такое быть голодным несколько лет при 40 градусном морозе и бомбёжках, когда болезни и трупы вокруг становятся такими же обыденными картинами, как осенние листья под ногами. Поэтому задачей автора эссе было не имитация неведомых нам переживаний, а описание тех эмоций, образов, которые рождаются при слове, например – голод, именно сейчас, у современного юного человека. Как мы себе представляем, что такое страх в наше время. Какие глубинные ассоциации возникают у нас, при этом слове в условиях современного мира.

Съемка студийцев читающих эссе проходила в интерьерах той же гимназии №24 Василеостровского района, на фоне веселых и шумных школьных переменок.

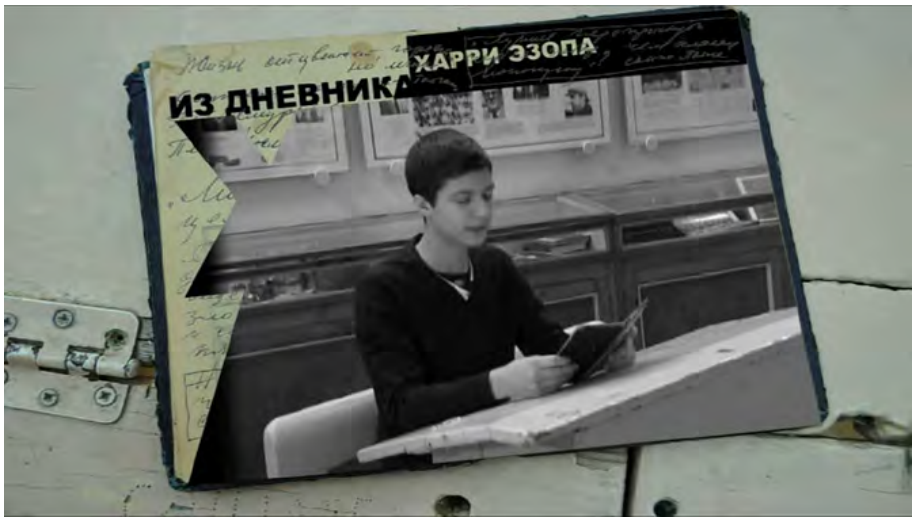


Рис. 5. Сцена из фильма. Дневник школьника Харри Эзопа читает Кирилл Устинов

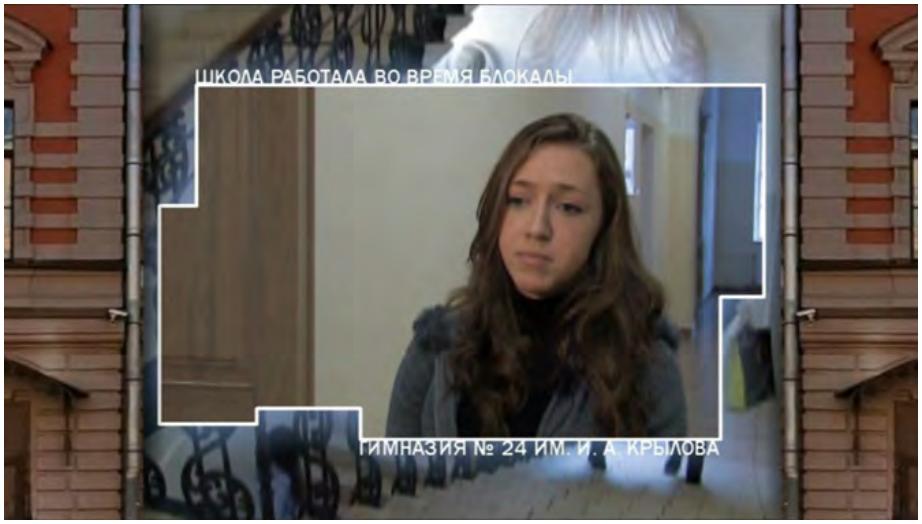


Рис. 6. Сцена из фильма. Эссе на тему «В ожидании плохого», читает автор – Людмила Лямина

В сцене из фильма ученица студии – Люда Лямина, читающая свое эссе на тему: в ожидании плохого.

«Жители блокадного Ленинграда постоянно находились в ожидании плохого. В моём понимании – это такое неприятное, тревожное чувство, когда ты знаешь, что должно произойти нечто не очень хорошее, чего уже не избежать. И это нечто точно случится, но когда? И как это может произойти, ты не даже не предполагаешь. Не можешь к этому подготовиться…. Поэтому ты стараешься не думать об этом, гнать эти мысли от себя. Но, так или иначе, эти переживания преследуют тебя. Ждать в недобром предчувствии, что может быть хуже? Сможешь ли успокоиться в неведении? Нет…. Спокойствие приходит только тогда, когда это «нечто плохое» случается. Сам факт того, что всё уже позади и всё что с этим связано, закончилось, даёт обессиленной душе временное затишье. Однако для тех, кто жил в то страшное время, эти слова имеют гораздо большее значение и вызывают совершенно другие чувства, более сильные и ужасные, чем у нас. Кроме того, люди, находившиеся в блокадном городе, пребывали в этом ожидании долгие мучительные годы, не успокаиваясь ни на минуту. Этого не понять, если не пережить, и я надеюсь, что никто из нас не сможем по-настоящему испытать это чувство. А люди продолжали бороться, находили силы идти

вперёд, несмотря ни на что. Это настоящие герои, чей подвиг мы никогда не забудем и будем вечно благодарны им.»

Рис. 7. Сцена из фильма. Коллаж на тему «В ожидании плохого», автор – Людмила Лямина

В последней части фильма по теме Возрождение, на втором этапе интегрированы рисунки детей Блокадного Ленинграда и современных детей на одну и ту же тему: голод, страх и ужас, в ожидании плохого. Образы в картинах детей разных эпох в корне отличаются друг от друга. Рисунки детей-блокадников вполне конкретны и несут в себе реальный рассказ о происходящем. Компьютерные коллажи современных детей это абстрактные образы не связанные с конкретным жизненным событием.

Рис. 8. Сцена из фильма. Рисунки детей на тему «Голод»

Заключительная часть фильма показывает всю творческую группу детей за работой над фильмом, которые снимались в стенах студии, входящей в состав коллектива Центра творческого развития и гуманитарного образования «На Васильевском».

Рис. 8. Сцена из фильма. Дети студии, работающие над фильмом

26.01.2012 состоялась премьера на акции памяти «Помним, гордимся, чтим» в яблоневом саду Семёновой Тянь-Шанской. Акция проводилась Центром творческого развития и гуманитарного образования «На Васильевском». Фильм посмотрели дети нескольких школ Василеостровского

района, а так же представители общества блокадников Ленинграда. Которые дали высокую оценку фильма.

Большая премьера состоялась в Москве 06.11.12 в киноцентре «На Красной Пресне», В рамках IX Международного Благотворительного Кинофестиваля «Лучезарный Ангел». Организаторы кинофестиваля: Министерство Культуры Российской Федерации, Правительство Москвы, Фонд социально-культурных инициатив, Дирекция международных программ, Институт экспертизы образовательных программ и государственно – конфессиональных отношений, при поддержке и содействии Аппарата полномочного представителя президента Российской Федерации в центральном федеральном округе, Учебного комитета русской православной церкви.

Фильм-проект создан творческой группой детей и взрослых на некоммерческой основе и чистом вдохновенье.

Авторы эссе и фотоколлажей на тему Блокада Ленинграда: Ирина Анахина, Алина Коротовская, Ксения Костюченко, Люда Лямина, Иван Невзоров, Николь Полушкина, Денис Тарасов.

Анимированные шрифтовые заставки: Артем Арутюнян, Юлия Железняк, Полина Жукова, Иван Новожилов, Леонид Слокотович, Полина Харламова.

Коллажи на современную тему: преподаватель – Анастасия Скульская, дети – Павел Булгаков, Артем Макаров, Герман Цветков.

Дневник Харри Эзопа читал: Кирилл Устинов.

Режиссер фильма: Ольга Костюченко, Татьяна Дьяконова.

Идея фильма: Ольга Костюченко.

Оператор: Владимир Ярош.

Монтаж, звукооператор: Ольга Костюченко.

Музыка: А.И. Чайковский «Детский дневник», музыкальная композиция Pink Floyd.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

Гулин А.П., Кирьянов А.К., Клопов Н.В., Новодворский Е.Г., Олешко С.Б., Рябов Ю.Ф.
Россия, Гатчина, Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова

МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА РЕАКТОРЕ ПИК

В ФГБУ «Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова» (ПИЯФ) строится высокопоточный реактор ПИК (Пучковый Исследовательский Корпусной), который является уникальным исследовательским инструментом во многих областях физики: наноматериалов, ядерной, нейтронной, конденсированных сред, а также в химии и биологии.

Комплекс реактора ПИК, имеющий разветвленную сеть устройств разводки нейтронных пучков различных энергий, позволяет создать около 50 позиций для размещения экспериментальных установок для исследований самого широкого спектра. Предполагаемый объём получаемых экспериментальных данных будет составлять не менее одного петабайта в год.

Ввод реактора ПИК в строй создает перспективу организации на его базе Международного центра нейтронных исследований. Данные, полученные в результате экспериментов должны быть доступны для всех научных коллективов, принимающих участие в их проведении, в режиме удалённого доступа с учётом современных требований к безопасности и надёжности передачи данных. Поэтому существует потребность в интегральной, удобной для пользователей и обеспечивающей необходимый уровень безопасности данных системы хранения и off-line обработки и анализа данных. Учитывая современные тенденции по созданию распределённых инфраструктур для научных приложений, предоставлению ресурсов по запросам пользователя без указания точного местоположения требуемых ресурсов, разрабатываемая модель системы должна быть способна интегрироваться в более масштабные внешние инфраструктуры, построенные на основе Грид-технологий.

Полнофункциональная модель системы для хранения и распределённой обработки экспериментальных данных была разработана в ПИЯФ. Она поддерживает иерархическую схему описания метаданных (рисунок 1), описывающую все аспекты физических экспериментов и анализа экспериментальных данных, и основанную на ролях систему контроля доступа к данным.

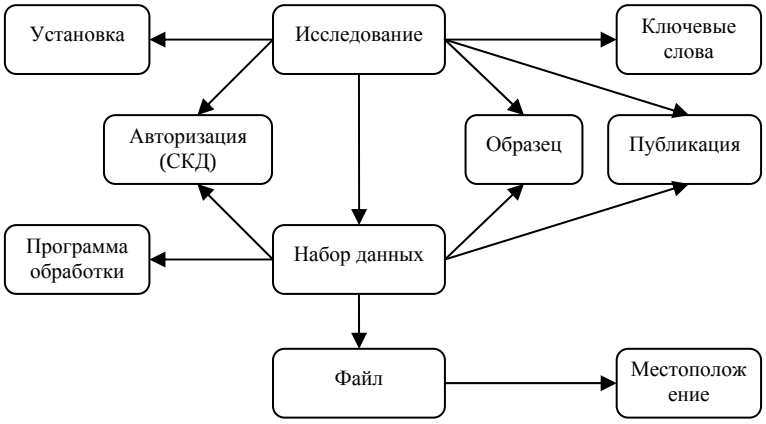


Рис. 1. Схема описания метаданных

Каждый эксперимент определяется корневым объектом Исследование, которому соответствует группа исследователей с заданными правами доступа к данным этого исследования, определяемыми списком контроля доступа (СКД). В процессе выполнения исследования исследователи могут создавать и добавлять другие дочерние объекты, такие как образец, набор данных, файл, программа обработки и т.п. Набор данных – это объект, представляющий собой коллекцию файлов и связанных с ней метаданных, которые, как правило, создаются в ходе выполнения определённого экспериментального цикла или этапа обработки данных. Наборы данных имеют свои собственные СКД, в то время как все другие дочерние объекты наследуют их от корневого Исследования. Авторизация (или СКД) – объект, ассоциированный с Исследованием или Набором данных и содержит списки пользователей и групп вместе с их ролями (правами на операции с объектами

защиты). Файл может иметь несколько местоположений (физические адреса или реплики), из которых клиент может выбирать оптимальное (например географически ближайшее).

В модели предусмотрены следующие роли (или набор прав на выполнение определённых операций с объектами защиты):

– владелец (Owner) – может выполнять любые операции над самим объектом и его дочерними объектами, а также модифицировать списки контроля доступа для них;

– изменение данных (Writer) – имеет те же права, что и Owner, но не может изменять списки контроля доступа;

– добавление данных (Appender) – может добавлять новые дочерние объекты, но не может модифицировать существующие объекты других пользователей;

– только чтение (Reader) – имеет права только для чтения данных и метаданных.

Экспериментальная реализация модели (программный комплекс «МОДУС», ПК «МОДУС») состоит из следующих программных компонент (рисунок 2): сервис хранения метаданных с базой метаданных, сервис хранения файлов, клиент командной строки и программные библиотеки для прикладных программ, а также веб-интерфейс пользователя для интерактивного доступа к метаданным и запуска заданий по обработке данных.

Сервис хранения метаданных реализует основную логику управления. Он принимает Он

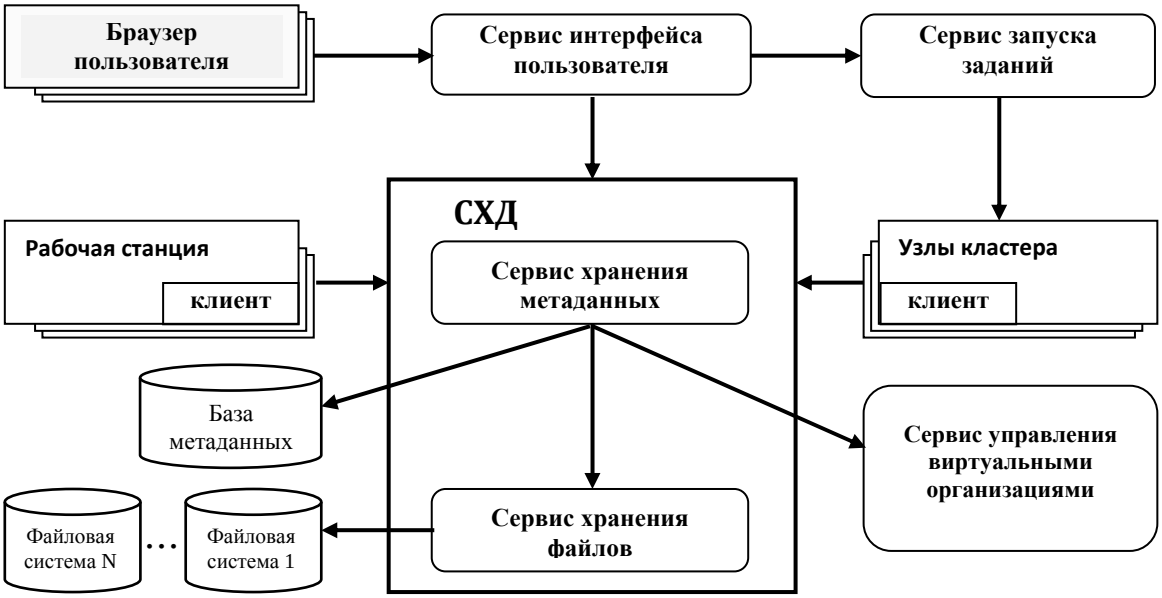


Рис. 2. Логическая схема ПК «МОДУС»

принимает команды от клиента через сетевое соединение по протоколу HTTPS и возвращает ответ, обеспечивая при этом проверку прав по доступу к файлам и метаданным. Аутентификация и авторизация пользователей и сервисов происходит с использованием механизма цифровых сертификатов X.509. Получив команду работы с метаданными, сервис выполняет её при условии, что пользователь имеет соответствующие права. В результате выполнения команды происходит транзакция с БД, возвращающая, изменяющая или добавляющая данные. Получив команду на получение или передачу файлов и подтвердив полномочия пользователя на её выполнение сервис хранения метаданных связывается с сервисом хранения файлов, выдаёт ему команду на обслуживание, получает в ответ уникальный идентификатор файловой операции (токен) и передаёт его пользователю.

Сервис хранения файлов предоставляет доступ к подключённым к нему файловым системам по стандартным протоколам передачи данных (HTTPS, GridFTP). Он принимает управляющие команды от сервиса хранения метаданных, а также запросы пользователей на чтение/запись файлов. Особенностью сервиса является механизм авторизации, основанный на токенах. Для записи или чтения файла клиент должен предоставить токен, полученный через сервис хранения метаданных. Такой подход позволяет избежать повторной авторизации пользователя (авторизация производится только сервисом хранения метаданных) и универсален для любых используемых протоколов передачи данных.

Сервис интерфейса пользователя предоставляет возможность интерактивного просмотра и редактирования метаданных, чтения и записи файлов, а также запуска и контроля состояния заданий обработки. Данный сервис рассчитан на работу с браузером и предоставляет пользователю графический веб-интерфейс.

Клиент командной строки и клиентские программные библиотеки устанавливаются на рабочих станциях и узлах кластера и позволяют осуществлять доступ к сервисам хранения метаданных и файлов в неинтерактивном режиме.

В состав программного комплекса также входят дополнительные программные компоненты, разработанные для промежуточного программного обеспечения (ППО) Грид.

Сервис управления виртуальными организациями (VOMS – Virtual Organization Management System) был разработан и широко используется в рамках европейских Грид-проектов и позволяет пользователям, имеющим цифровые сертификаты, самостоятельно подавать заявки на регистрацию в виртуальных организациях. Административный интерфейс VOMS позволяет подтверждать или отклонять запросы на регистрацию, редактировать персональные данные зарегистрированных пользователей, а также объединять пользователей в именованные группы, например, для разделения по типу научных исследований или для выдачи различных привилегий. В ПК «МОДУС» VOMS используется для формирования основного списка пользователей и групп при авторизации доступа к файлам данных и объектам метаданных.

Сервис запуска заданий обеспечивает виртуализацию вычислительных ресурсов (в данном случае кластера). Он получает информацию о поддерживаемом ресурсе и предоставляет унифицированный интерфейс для запуска и управления заданиями на ресурсе. В качестве такого сервиса установлен широко используемый в Грид сервис CREAM. CREAM принимает запросы на запуск заданий на кластере, а также другие команды управления заданиями, такие как мониторирование и завершение заданий. Запускаемое задание должно быть описано на специальном языке JDL, который определяет такие объекты, как имя программы и ее аргументы, входные и выходные файлы, переменные окружения.

Модель хранения данных позволяет записывать отдельные файлы из набора данных (или набор данных целиком) в файловое хранилище, создавать реплики и читать данные, используя стандартные протоколы передачи. Модель обработки данных поддерживает распределённую обработку как на локальных компьютерах, так и на удалённых Грид-ресурсах, на основе стандартного механизма аутентификации и авторизации, используемого в Грид-системах.

ПК «МОДУС» работает под управлением ОС Linux (RHEL, CentOS или Scientific Linux) и использует следующие стандартные средства и протоколы:

- сертификаты стандарта X509 используются для аутентификации пользователей и сервисов;
- в основном для передачи данных и сообщений используется протокол HTTPS, однако для доступа к файлам может использоваться протокол GridFTP;
- при обмене данных используется формат данных JSON;
- списки пользователей и групп импортируются с сервера VOMS, который служит центральной точкой регистрации пользователей;
- в качестве интерфейса к вычислительным ресурсам используется сервис для управления заданиями CREAM, широко используемый в Грид-системах.

Основным способом взаимодействия пользователей по поиску и получению файлов данных является взаимодействие через веб-интерфейс. В качестве веб-сервера, входящего в состав модели используется широко распространенный веб-сервер Apache. В составе сервиса интерфейса пользователя разработан набор скриптов, которые обеспечивают реализацию запросов к сервису хранения метаданных для поиска данных и создания/редактирования метаданных, а также обеспечивают реализацию запросов к менеджеру кластера для запуска и управления заданиями по обработке и анализу данных. Графический интерфейс пользователя реализован, как веб-сайт, обращаться к которому можно из любого современного браузера.

Для работы с веб-интерфейсом ПК «МОДУС» пользователь должен получить цифровой сертификат стандарта X.509, выданный одним из Удостоверяющих Центров (УЦ), признаваемых в качестве «доверенных». Перед началом работы этот сертификат должен быть загружен в браузер, для чего, в зависимости от способа его получения, он может быть предварительно преобразован в формат, пригодный для загрузки (.pfx, .p12). Кроме того, пользователь должен быть зарегистрирован через веб-интерфейс соответствующей системы управления виртуальными организациями (VOMS) в виртуальной организации, созданной для работы с данными экспериментов на реакторе ПИК.

Веб-интерфейс ПК обеспечивает возможность выполнения следующих функций:

- аутентификация пользователей с использованием цифровых сертификатов стандарта X.509;
- авторизация пользователей в соответствии со списками контроля доступа, присвоенными объектам метаданных в БД сервиса хранения метаданных;
- поиск и отображение метаданных, хранящихся в БД сервиса хранения метаданных;
- редактирование и добавление метаданных;
- редактирование списков контроля доступа для пользователей и групп пользователей к отдельным объектам метаданных;
- приём и передача файлов данных в сервис хранения файлов при помощи нескольких поддерживаемых протоколов передачи данных;

– интеграция в сервис пользовательского интерфейса подключаемых модулей, обеспечивающих поддержку специфических пакетов прикладного программного обеспечения (ППО) для off-line обработки данных;

– запуск в интерактивном режиме заданий обработки на вычислительные ресурсы;

– контроль процесса выполнения и получение результатов выполнения заданий.

Основные характеристики разработанного веб-интерфейса:

– двуязычный графический интерфейс (русский, английский);

– использование технологии AJAX для построения динамических веб-приложений и формата данных JSON в качестве формата сообщений для обмена данными;

– веб-интерфейс служит единой точкой входа для операций с метаданными, записи/чтения файлов и запуска заданий на вычислительный кластер;

– иерархическое представление результатов запросов к базе метаданных в виде многоуровневого дерева;

– задания пользователей запускаются через проблемно-ориентированный графический интерфейс, адаптированный для конкретного используемого программного пакета.

Другим способом взаимодействия пользователей с моделью является использование программных библиотек и клиента командной строки, составляющих прикладной программный интерфейс (ППИ) и позволяющих осуществлять как интерактивный, так и неинтерактивный доступ к сервисам модели. Данный способ подходит для использования в программном обеспечении измерительных станций или в пользовательских программах обработки и анализа данных.

Ввиду отсутствия реальных экспериментальных установок для тестирования и отладки использовались программные симуляторы некоторых установок. Они генерировали поток экспериментальных данных требуемого формата так, как это будет происходить на реальных измерительных станциях, позволяя смоделировать полный цикл сбора и обработки данных.

Работы выполнялись при поддержке ФЦП «Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2007–2013 годы» (ГК №07.514.12.4003).

Колодин М.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ИНФОРМАЦИИ В АРХИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В работе рассматривается обработка архивов документов, в т.ч. мультимедийных, с исходными данных во многих форматах, с не вполне формализованной и однородной структурой; особое значение имеют распределённые архивы, с частями, находящимися вне прямого доступа пользователя и связи друг с другом.

Одним из рабочих примеров является компьютерный архив авторской песни, работа над которым идёт на продолжении многих лет (используются в том числе компьютерные материалы, датированные серединой 1980-х годов). Основные параметры архива таковы: есть несколько удалённых самостоятельных архивов со своими сотрудниками, с различным уровнем доступа к сети, везде изначально свои форматы и процедуры сбора, хранения, передачи, преобразования, удаления, описания информации. При этом общий объём уникальных данных составляет порядка 80 Тб (точных данных нет), единиц хранения сотни тысяч (это биографии, библиографии, тексты и аккорды песен, аудио, фото, видеозаписи, афиши, прочее). Всего накоплено несколько миллионов файлов, с многократным дублированием и зачастую несколькими версиями одних и тех же записей, но с разной длиной файла и продолжительностью записи, с разным качеством, при этом записи выполнены и, возможно, преобразованы разными операторами и архивистами в разное время на различной технике с разными параметрами для различных целей. Задачей проекта является максимально полное сохранение исходных материалов с оцифровкой, опись в переносимых и машинно-обрабатываемых форматах, объединение отдельных архивов в единый с сохранением независимости исходных архивов, обеспечение надёжного долговременного хранения информации всех типов в согласованной целостной форме, с удобным поиском информации по многим критериям, с возможностью обмена и распространения её, в условиях постоянно меняющихся (в т.ч. законодательно) требований по защите авторских и смежных прав. Для решения этой задачи необходимо разработать процедуры работы всех участников проекта и посторонних пользователей и обеспечить их выполнение в отсутствие юридической подчинённости этих пользователей, настроить аппаратное и разработать, внедрить и сопровождать программное обеспечение; при том, что сотрудники не всегда являются квалифицированными пользователями и почти никогда – программистами или администраторами, зато хорошо разбираются в своей предметной области и зачастую обладают уникальными знаниями и коллекциями.

В ходе работы были сформулирован ряд технических и организационных принципов, которые указаны далее.

Информация в архив поступает ежедневно, но различными порциями, формат и объём которых зачастую непредсказуем. Всю информацию нужно структурировать, описывать и учитывать сразу, выполняя хотя бы предварительные описи с размещением их как на носителях, так и на локальных копиях компьютерного архива, а также в общей базе данных, желательно доступной через интернет. Информация, которая не зарегистрирована сразу, оказывается практически потерянной для дальнейшего использования: её почти невозможно найти.

Способы описания добавляемых в архив данных и получаемых в результате преобразования уже имеющихся в нём записей максимально унифицируются; важно, чтобы они были как человеко-, так и машинно-читаемыми. Срок существования архива существенно превышает время жизни каждых конкретных носителей информации, в т.ч. сроки применения поколений записывающей техники (например, CD-дисководы) и носителей (cd, dvd-диски, птические диски, дискеты, магнитные ленты, прочее), при этом сами носители остаются, и нужно учитывать их состояние и необходимость периодического копирования на однотипные носители и переноса на носители следующих поколений.

Пользователи системы – далеко не всегда квалифицированные программисты или администраторы; более того, даже давно работающие с компьютерной техникой люди допускают многочисленные постоянные ошибки в её эксплуатации. Поэтому нельзя допускать пользователей до деталей реализации и администрирования, оставив это на удалённое администрирование. Однако каждая система весьма сложна и включает активные серверные компоненты, для которых требуется тонкая настройка изначально и в процессе эксплуатации.

При работе обычных пользователей, включая экспертов в предметной области, все их действия должны быть простыми, команды для них должны быть вынесены в доступное и очевидное меню, не требовать нажатия более 2–3 клавиш для управления кроме, возможно, ввода описания данных.

Все эксперты в течение многих лет привыкли к своим форматам и процедурам выполнения работы. Невозможно моментально переучить их и даже убедить в необходимости новых форматов и процедур. Поэтому введение автоматизированной системы должно облегчать работу пользователя, а не создавать ему дополнительные временные и нервные затраты; о других сторонах работы (повышение надёжности, сохранение целостности баз, выбор и настройка ПО, даже объём передаваемой информации и т.п.) пользователь может не знать. Для него схема работы должна быть «наивной» (рисунок 1):

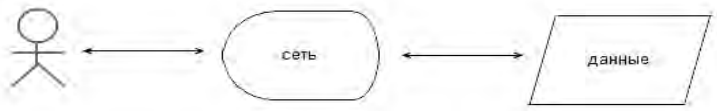


Рис. 1. «Наивная» схема работы пользователя

Для успешного функционирования системы как можно больше видов деятельности нужно автоматизировать и технологизировать, включая регулярные действия, выполняемые системой по времени, в т.ч. индексирование данных, выполнение массовых обменов информацией между подсистемами, выполнение регулярных бэкапов данных, включая настройки системы.

Полезна многоуровневая организация системы. Всё, что не может быть простым и быстрым способом обработано сразу, ставится в очередь на обработку; вся система построена как набор очередей; администратор видит состояние очередей через веб-интерфейс; отдельные подсистемы могут сами ставить свои задания на обработку в очередь. Так же, по возможности, организуется и деятельность пользователей-экспертов. Каждый уровень управляется своими параметрами и программами. Удобно, если есть возможность наглядного просмотра статистики и общего текущего состояния работы по обработке пакетов данных

Во многих случаях пользователь может запрашивать просмотр либо изменение хранимой информации. При этом режим работы программ должен быть по умолчанию справочным, без внесения изменений в архив. По возможности бэкапы создаются автоматически, в т.ч. перед выполнением ответственных операций.

Система должна контролировать целостность не только хранимых данных, но и, прежде всего, себя самой; должен быть обеспечен постоянный мониторинг и возможность корректировки со стороны ведущих и разработчика (удалённо). Удивительно, насколько разрушительными могут быть действия пользователей на их собственных компьютерах, если не сделать подобные действия труднодоступными. В то же время используется тактика «активных экспертов», при которой активная система, включающая http- и ftp-сервера, планировщики cron, различные СУБД, прочие необходимые программы, устанавливается на каждой компьютерной системе, включена постоянно, взаимодействует с пользователем локально (на одном компьютере) и в пределах локальной сети («кластера»), а также с другими пользователями и другими системами активных экспертов через интернет, постоянно либо пакетно по расписанию (рисунки 2 и 3).

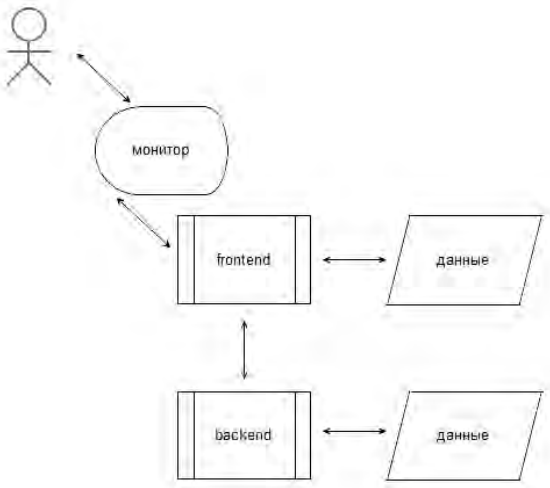


Рис. 2. Активные эксперты

Полезным оказался «блочный подход»: каждый элемент поступающей и хранящейся информации учитывается как локально (в той же папке, являющейся единицей учёта), так и в общей распределённой базе данных; эта база всегда неполна и постоянно обновляется и синхронизируется. Каждый блок относительно независим и может быть скопирован на другую систему по сети; при этом вся основная информация и метаинформация копируются вместе автоматически подключаются к целевой системе.

Есть много форматов хранение метаинформации. Выяснено, что учёт информации удобно вести в формате json и хранить локально, в той же папке, к которому относится метаинформация; при копировании или переносе информации вместе с ней перемещается метаописание; такие переносы производятся только над целыми папками (блоками), не по частям, не отдельными файлами; для носителей, доступных только на чтение, такое метаописание создаётся отдельно и привязывается к исходному носителю по уникальному номеру тома, контрольным суммам, описаниям.

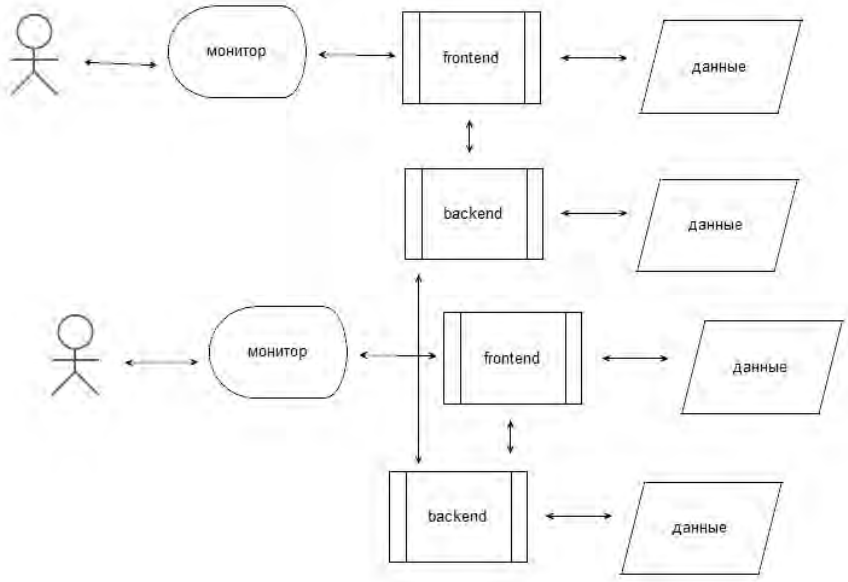


Рис. 4. Взаимодействие активных экспертов

Вся работа, как явно выполненная пользователем, так и автоматическая, протоколируется. Информация пишется в базы данных с регулярными бэкапами.

Между отдельными подархивами, расположенными как в пределах «кластеров», так и удалённо, происходит автоматизированный обмен информацией (вручную и по расписанию); полностью копируются метаданные, выборочно в соответствии с настройками копируются сами данные архивов; каждая единица учёта (папка) имеет уникальный код, включающий имя архива, в котором она была создана (зарегистрирована, введена в систему); история перемещения блока, как локально, так и между архивами отслеживается.

В работе использованы веб-сервер apache, ftp-сервер filezilla server, языки программирования parser, perl, python, планировщик cron, СУБД (sqlite – для хранения настроек и протоколов, MySQL –

для хранения основной табличной информации, в планах – PostgreSQL), большие объёмы информации хранятся как есть и находятся по специально форматированным и табличным метаописаниям. Теоретически не выделяется «главный сервер»: все «активные эксперты» равноправны; реально кластер разработчика системы и кластер, на котором расположен архив наибольшего размера и сложности, являются опорными.

Архивы используются ежедневно несколькими сотрудниками и быстро пополняются. Реализация проекта продолжается: быстро растёт объём информации, добавляются новые форматы и функциональные возможности системы, прежде всего, в части достижения единообразия хранения и описания информации и выполнения разностороннего получения нужных выборок данных; в ближайшей перспективе – выполнение масштабных обменов информацией между серверами в автоматическом режиме.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колодин М.Ю. Сравнительный анализ гипертекстовых форматов и преобразований документов между ними. – Материалы конференции «Википедия-2007». // СПб: СПбГУИТМО, 2007.
2. Колодин М.Ю. Использование мета-представлений для формирования, сопровождения и публикации архивов в области культуры. – X Российская конференция «Распределенные информационно-вычислительные ресурсы». Новосибирск, 2005.
3. Колодин М.Ю. Многонаправленные преобразования и веб-представления разноструктурированной информации. – Труды СПИИРАН, вып. 11. // СПб: Наука, 2009. – С. 243-251.

Колодин М.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ОТЧЁТОВ О ПРОГРЕССЕ В РАЗВИТИИ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА

Для правильного управления программным проектом необходимо своевременно учитывать затраты времени, объём написанного и предполагаемого кода, соответствие его исходным и дополнительным требованиям пользователей.

Разработка кода программного проекта, документации, статей и иных текстовых документах может вестись с помощью инструментальных систем различного уровня сложности и функциональности. Если в проекте применяется корпоративный стандарт на средства разработки и документирования, то нужно следовать ему и иные доработки, как правило, недопустимы. Данное исследование относится к тем случаям, когда разработка ведётся одним программистом или небольшой группой, используются текстовые редакторы и интегрированные среды разработки нижнего или среднего уровня; это также применимо к созданию текстовых документов практически любого размера, включая отдельно разрабатываемую документацию, статьи и т.п.

Традиционно в процессе развития проекта рассчитывается ряд статических показателей: объём исходного кода (в строках, в подсистемах, классах и т.п.), сложность (алгоритмическая, цикломатическая, пр.) и т.д. По полученным цифрам можно строить схемы, отражающие структуру и состояние проекта в целом. При том, что тема для типовых случаев хорошо изучена, применяемые техники не всегда точны и адекватны: они эвристичны, сложны в реализации, не отражают особенности конкретного проекта: они оценивают общие параметры, единообразно учитывают величины, которые на самом деле имеют различную ценность для проекта, в то время как зачастую только сам разработчик знает, какие величины нужно учитывать, каков реальный прогресс в разработке отдельных функций, и хочет (он сам, его начальник, заказчик) знать общее состояние разработки и получать оперативные оценки её завершения.

Есть способы малыми затратами улучшить ситуацию; эти способы не отменяют классические, но могут оптимизировать процесс разработки, тем более, что соответствующие операции выполняются автоматизировано. Эти способы основаны на постоянном локальном учёте прогресса в работе с получением глобальных отчётов как о текущем состоянии проекта, так и о его развитии во времени.

Прежде всего, это явное введение разметки как специальных комментариев в программный код. Обычными кодами разметки являются слова «TODO», «WORK», «HALF», «MOST», «DONE», «EROR», «FAIL» («прогрессные» коды); при расчёте процентов выполнения работы они учитываются соответственно как 0%, 25%, 50%, 75%, 100%, 0%, 0% (в последнем случае явно отмечается невозможность сборки проекта, наличие критической ошибки). Разработчик отмечает каждое важное для системы место в коде изначально как «TODO», а затем повышает или понижает локальную оценку выполнения работы. При подсчёте учитываются коды в данном файле, в связанных файлах (по командам include и т.п.), по всем файлам каталога и, возможно, подкаталогов.

Результатом является набор статистических значений по каждому коду и сумма по всем кодам, а также ссылки на места в проекте с критическими событиями-кодами. Такие расчёты выполняются периодически и на полученном графике хорошо виден общий прогресс работы и изменение во времени каждого из параметров (дополнительно показываются строки кода и т.п.). Пример изменения данных во времени виден на рисунке 1:

```
c:\web\mirrors\save\progress002\progress_a.py.prog
2011-11-09 05:46:29 2 3 0 1 1 0 0 35.7142857142857 ok
2011-11-09 05:47:04 1 1 0 3 2 0 0 64.2857142857143 ok
2011-11-09 05:47:22 1 1 0 2 2 1 0 53.5714285714286 fail
2011-11-09 05:47:42 1 1 0 2 2 1 0 53.5714285714286 pass
2011-11-09 05:47:53 1 1 0 3 2 0 0 64.2857142857143 ok
2011-11-09 09:41:12 1 1 0 3 3 0 0 68.75 ok
2011-11-16 03:38:03 1 1 0 2 4 0 0 71.875 ok
2012-01-08 02:49:44 1 1 0 2 4 0 0 71.875 ok
```

Рис. 1. Накопленные табличные данные

Можно вручную или автоматически провести аппроксимирующие прямые, что даст хорошую оценку прогресса. По изменению количества и качества отметок об ошибках можно рассчитывать качество программы (в целом, по классам, по подсистемам, по файлам, пр.). При работе над системой нескольких разработчиков можно учитывать авторство отметок и частей кода. При длительной разработке видно, в каких частях (файлах, подсистемах) проекта есть активность, прогресс и проблемы. Удобно дополнить расчёт знаниями о структуре исходного языка (использовать немногие ключевые слова типа class, def, и т.п.), что позволит локализовать успехи и проблемы проекта. Пример однократной отрисовки прямых показан на рисунке 2, где t – время, а w – относительное количество нереализованных функций:

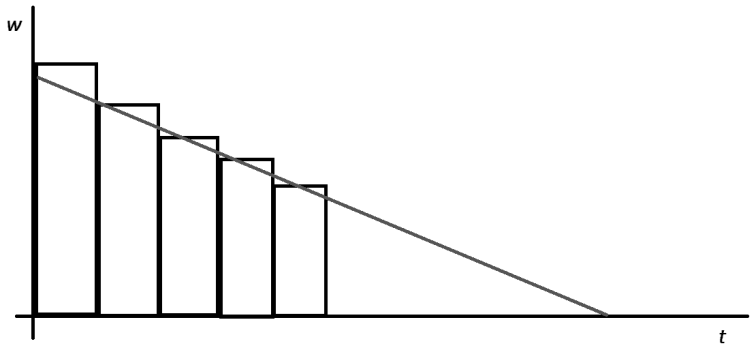


Рис. 2. Визуальное представление оценки объёма и срока выполнения работ

По мере накопления данных можно более качественно и наглядно представить оценку срока выполнения работ и его изменения во времени (рисунок 3):

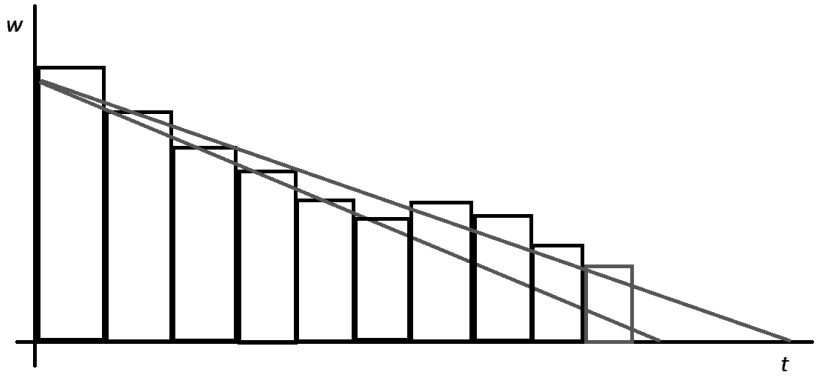


Рис. 3. Изменение оценки срока выполнения работ во времени

Можно одновременно рассчитывать и различные, даже разнородные наборы собираемой статистики; с учётом относительных весов параметров можно строить обобщённые двумерные графики прогресса; а для выявления их зависимостей – и многомерные. Независимо от реальной сложности рассчитываемых показателей, технически работа с ними очень проста: достаточно локально отметить (вручную или программно) изменение нужного параметра.

Полезно также отмечать, какие отметки соответствуют исходным требованиям технического задания, а какие появились позже и на каком этапе работы. Тогда на графике выполнения проекта во времени (в процентах или подзадачах) можно построить две аппроксимирующие прямые: по выполнению и по оставшимся требованиям; проекция пересечения их на ось времени даёт хорошую оценку итогового времени завершения проекта; смещение же этой оценки во времени даёт важные сигналы руководителю проекта; эти величины также могут рассчитываться автоматически.

Интересно также одновременно отображать данные об объёме проекта в строках кода, проценте выполнения работ, иных величиях; тогда зачастую видна связь между ними, например, как показано на рисунке 4.

Вполне возможно рассчитывать параметры одновременно для несколько «вложенных» подпроектов. Например, при наличии в проекте нескольких подсистем, каждая из которых размещена в отдельном подкаталоге, можно отметить каждую из них своей меткой, указываемой в строках с прогрессными кодами, и рассчитывать данные только для данной метки (или набором меток). Аналогично можно поступить и с сопутствующей документацией, наборами тестов и т.п. Весь проект также при этом рассчитывается иерархически по наличию или отсутствию определённых меток. Здесь важно не переусложнить разметку, поскольку главное удобство подхода – его простота для пользователя; а сложные показатели и должны рассчитывать сложными системами.

Этот способ подходит и для оценки прогресса работы над сайтами, статьями, документацией; он легко адаптируется к любому текстовому формату, допускающему комментирование (выделение строк кода, не являющихся исполняемой программой или входящих в результирующий текст). При этом достаточно указать способ введения комментариев в текст, набор прогрессных кодов и их значений для расчёта общего прогресса. Для удобства работы автора команды модификации кодов полезно встраивать в используемый текстовый редактор или среду разработки программного проекта (в т.ч. в системы подсветки синтаксиса кода). В то же время при существенном присутствии в проекте бинарных файлов или файлов в иных нетекстовых или сложных текстовых форматах, прогресс в изменении которых надо учитывать, этот подход малополезен или неприменим вовсе.

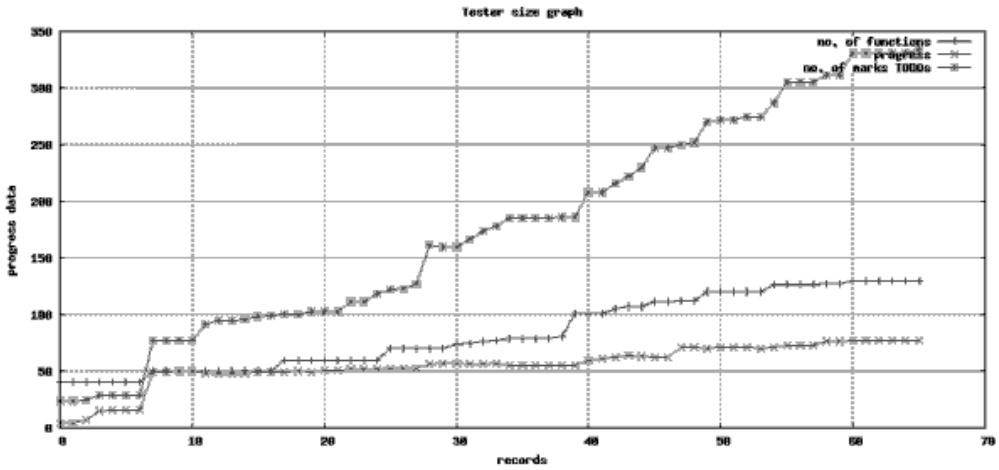


Рис. 4. Данные о количестве функций, строках кода и проценте выполнения, нанесённые на один график

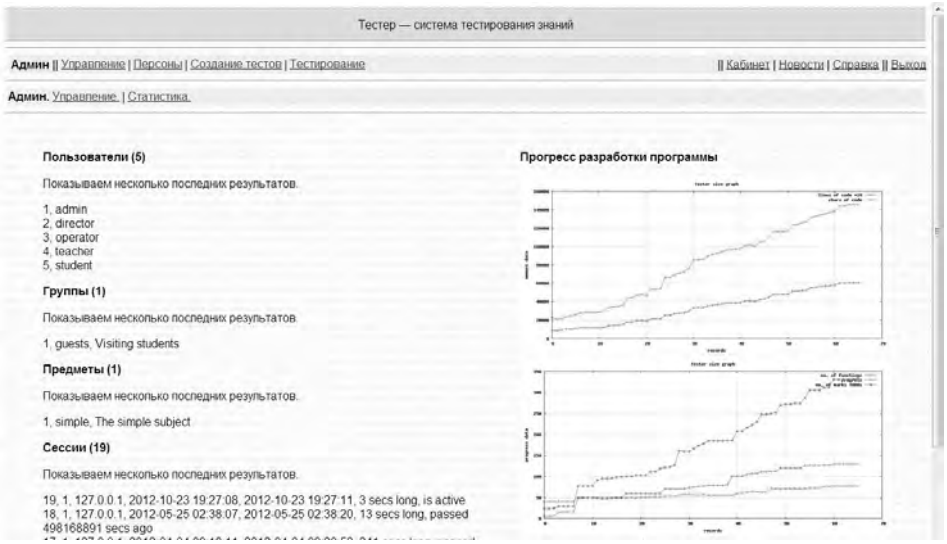


Рис. 5. Отображение информации о разработке сайта на этом же сайте для руководства проекта

Автор постоянно применяет такие расчёты в автоматическом режиме применительно к разрабатываемым программам, сайтам, статьям и т. д.; соответствующие программы написаны на языках perl и python. Помимо удобства для разработчика, это помогает в общении с заказчиками: графики прогресса выводятся в их «личных кабинетах» при работе с заказной программной системой; такие постоянные отчёты помогают планировать совместную работу и повышают доверие между её участниками. Например, при разработке сайта на справочной странице («кабинет директора») можно

указать и график выполнения работ по развитию сайта (рис. 5). В целом, подход доказал свою полезность в рамках малых и средних программных и произвольного размера текстовых систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Григорьева А.И., Колодин М.Ю. Метаподход к построению научно-образовательных систем. – «Дистанционное и Виртуальное Обучение». // М.: СГУ, 2011.
2. Колодин М.Ю. Система учета занятий для учебных организаций. – XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика» («РИ-2010»). // Санкт-Петербург, 20-22.10.2010. С. 241.
3. Колодин М.Ю. Система тестирований знаний учащихся для малых и средних учебных заведений. – XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика» («РИ–2010»). Санкт-Петербург, 20-22.10.2010.
4. Колодин М.Ю. Метасвойства викиформатирования и программ веб-серверов. // Труды СПИИРАН, вып. 11. / СПб: Наука, 2009 . С. 234–242.
5. Григорьева А.И., Колодин М.Ю. СПО-поддержка деятельности IT-коллектива. // Труды СПИИРАН, вып. 10. / СПб: Наука, 2009. С. 85–95.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ 11

Советов Б.Я., Никандров Н.Д.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
Москва, Российская академия образования
ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К ИНФОРМАЦИОННОМУ ОБЩЕСТВУ 11

Юсупов Р.М.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗВИТИИ ЭКОНОМИКИ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЩЕСТВА..... 13

Советов Б.Я., Касаткин В.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НАУЧНОГО СОВЕТА ПО ИНФОРМАТИЗАЦИИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА 21

Вус М.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ФОРМИРОВАНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА СОДРУЖЕСТВА НЕЗАВИСИМЫХ ГОСУДАРСТВ И УКРЕПЛЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНОЙ И МЕЖДУНАРОДНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ 25

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ИНФОРМАТИЗАЦИИ. ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО 28

Антопольский А.Б., Савин Г.И., Сотников А.Н.
Россия, Москва, Межведомственный суперкомпьютерный центр РАН
МЕЖАКАДЕМИЧЕСКАЯ КООРДИНАЦИЯ СОЗДАНИЯ ЭЛЕКТРОННОЙ БИБЛИОТЕКИ «НАУЧНОЕ НАСЛЕДИЕ РОССИИ»..... 28

Морозов В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
АВТОМАТИЗАЦИЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В СРЕДЕ MS EXCEL..... 28

Морозов В.П., Королев О.Ф.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОНИТОРИНГА ОТДЕЛЬНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА..... 35

Соложенцев Е.Д.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения
ТЕХНОЛОГИИ УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ДЛЯ ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ..... 40

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ..... 48

Афанасьев С.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ОНТОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЛАЧНЫХ СЕРВИСОВ 48

Баранов С.Н., Юсупов Р.М.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ЕДИНЫЙ КАРКАС ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ РАЗРАБОТКОЙ И СЕРТИФИКАЦИЕЙ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ 51

Бурсиан Е.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА РАСПОЗНАВАНИЯ РУКОПИСНЫХ ТАБЛИЦ 54

Левандовская Л.В.
Россия, Санкт-Петербург, Центральный музей железнодорожного транспорта Российской Федерации «ЦМЖТ РФ»
ИЗ ИСТОРИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ НА ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГАХ РОССИИ И СССР 59

Лукьянова Л.М., Заболотский В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
СИСТЕМЫ ЦЕЛЕЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СФЕРЫ 68

Шкиртиль В.И. Никифоров В.В., Михайлов А.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
СИГНАЛЬНЫЕ ИНТЕРФЕЙСЫ В СТАНДАРТАХ НА ОПЕРАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ 74

Синещук Ю.И., Примакин А.И., Богданов А.В., Глушко В.С.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России,
Военный учебно-научный центр ВМФ «Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова», Государственный Эрмитаж
МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ СИЛОВЫХ СТРУКТУР 81

Тележкин А.М.
Россия, Санкт-Петербург, НП «Объединение подземных строителей»
СОЗДАНИЕ ИСТОРИЧЕСКИХ БАЗ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ СИСТЕМЫ САМПО+ 84

Федорченко Л.Н.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
АЛГОРИТМЫ МИНИМИЗАЦИИ ТРАНСЛЯЦИОННОЙ КСР-ГРАММАТИКИ И СОСТОЯНИЙ СИНТАКСИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА 90

Харинов М.В., Заболотский В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
КОНЦЕПЦИЯ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ДАННЫХ В ПРИЛОЖЕНИИ К АВТОМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ 96

Калачева С.Б.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
АНАЛИЗ ДВУХ МЕТОДОВ ПЛАНИРОВАНИЯ РАССТАНОВКИ ЗАДАЧ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕСКОЛЬКИХ ПРОЦЕССОРОВ 100

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И ТЕХНОЛОГИИ 104

Григорьев В.А.
Россия, Санкт-Петербург, ООО «Лаборатория инфокоммуникационных сетей»,
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
ОБЩИЙ ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ И СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ РАДИОСВЯЗИ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ РАЗВИТИЯ ГОРОДСКОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ 104

Клевков П.А., Острейковский В.А.
Россия, Сургут, Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа – Югры
ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В КОРПОРАТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ МАГИСТРАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ..... 108

Когновицкий О.С., Владимиров С.С.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
РАСШИРЕННЫЙ МАЖОРИТАРНЫЙ МЕТОД ДЕКОДИРОВАНИЯ ДЕЦИМИРОВАННЫХ КОМБИНАЦИЙ ЭКВИДИСТАНТНОГО ЦИКЛИЧЕСКОГО КОДА..... 112

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ 115

Большакова Л.В., Примакин А.И.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
ОЦЕНКА УРОВНЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЯ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ..... 115

Букейханов П.Е.
Россия, Москва, Управление оперативно-разыскной информации МВД России
БЕЗОПАСНОСТЬ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ОПЕРАТИВНО-АНАЛИТИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ОПЕРАТИВНО-РОЗЫСКНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРАВООХРАНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ..... 119

Гаценко О.Ю., Хахаев И.А.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-исследовательский институт программных средств», Региональный центр компетенции СПО
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И СВОБОДНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ..... 122

Демьянчук А.А., Березин А.Н., Молдовян Д.Н., Рыжков А.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПРОТОКОЛЫ АУТЕНТИФИКАЦИИ С НУЛЕВЫМ РАЗГЛАШЕНИЕМ СЕКРЕТА: ПРИЛОЖЕНИЯ, ПОВЫШЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ И НОВЫЕ РЕАЛИЗАЦИИ 125

Кадулин В.А.
Россия, Москва, Московский университет МВД России
КОМПЬЮТЕРНАЯ РАЗВЕДКА В БОРЬБЕ С ПРЕСТУПЛЕНИЯМИ В СФЕРЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ 130

Кадулин В.Е., Примакин А.И.
Россия, Москва, Московский университет МВД России,
Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕ 134

Кадулин В.Е., Суржикова Л.М.
Россия, Москва, Московский университет МВД России
ОЦЕНКА УЩЕРБА ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ УГРОЗ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ В ПОДРАЗДЕЛЕНИЯХ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ 136

Мамонтова Е.Е., Витязев Ал.А., Витязев Ан.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ВОЙНЫ В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ..... 139

Синещук Ю.И., Примакин А.И., Пантиховский О.В., Синещук М.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России,
Военно-морская академия им. Адмирала Флота Советского Союза Н.Г. Кузнецова,
Северо-Западный региональный центр МЧС России
ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ЕДИНОГО
ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА СИЛОВЫХ ВЕДОМСТВ 142

Шишкин В.М., Савков С.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН,
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных
технологий, механики и оптики
АЛГОРИТМ И ТЕХНОЛОГИЯ ЭКСПЕРТНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРОФИЛЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ
РИСКОВ И СРЕДСТВ ПРОТИВОДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ 145

ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ 150

Биденко С.И., Яковлева Н.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ
ПОСРЕДСТВОМ ПРИМЕНЕНИЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ 150

**ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ФИНАНСОВО-КРЕДИТНОЙ СФЕРЫ И БИЗНЕСА 155**

Гейда А.С., Лысенко И.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
МОДЕЛИ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
И ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ИМИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ 155

Гейда А.С., Силла Е.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
КОНЦЕПТЫ И ПРИНЦИПЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
И ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗУЕМЫХ ИМИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ РИСКА 158

Гейда А.С., Юсупова О.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ И РЕАЛИЗУЕМЫХ ИМИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ ... 163

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУРАХ 168

Виноградов А.А.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»
ФУНКЦИОНАЛЬНОСТЬ, НАДЁЖНОСТЬ, КИБЕР-УСТОЙЧИВОСТЬ В СИСТЕМАХ
АВТОМАТИЗАЦИИ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР 168

Волкова А.В., Манин М.А.
Россия, Санкт-Петербург, ООО «Аларити», ОАО «Научно-производственное
объединение «Импульс»
ВЕРОЯТНОСТНЫЙ МЕТОД ДЕМОДУЛЯЦИИ СИГНАЛЬНО-КОДОВОЙ КОНСТРУКЦИИ
НА ОСНОВЕ ТРЁХМЕРНОЙ СИМПЛЕКС-РЕШЁТКИ 173

Кутузов И.М.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»,
Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет
информационных технологий, механики и оптики
ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИОННЫХ КАНАЛОВ В КРИТИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ 176

Матвиенко Ю.А.
Россия, Юбилейный, Научно-исследовательский центр РКС ФКУ «4 ЦНИИ МО РФ»
КОМПЛЕКСНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ АТАКА ТИПА «КИБЕР-СТАЧКА» НА ПРОМЫШЛЕННУЮ АВТОМАТИЗИРОВАННУЮ СИСТЕМУ: АНАТОМИЯ ЯВЛЕНИЯ И ПОДХОДЫ К ЗАЩИТЕ 178

Наумов А.С.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Концерн «НПО «Аврора»
АДАПТАЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДОКУМЕНТИРОВАНИЯ К СИСТЕМЕ РЕГИСТРАЦИИ ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТИ 183

Острейковский В.А.
Россия, Сургут, Сургутский государственный университет Ханты-Мансийского автономного округа-Югры
МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОГО РИСКА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ЗАКОНАХ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ИСХОДНЫХ СОБЫТИЙ КАТАСТРОФ И УЩЕРБА ОТ НИХ..... 187

Путилин А.Н.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»
РАСЧЕТ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ СООБЩЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОНТРОЛЬНЫХ ПАКЕТОВ ... 192

Путилин А.Н.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»
МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЛИНИИ РАДИОСВЯЗИ И СТАНЦИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОГО ПОДАВЛЕНИЯ..... 196

Устинов И.А., Игумнов В.В.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУРАХ 207

Устинов И.А., Игумнов В.В., Александров А.М.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»
КОНЦЕПЦИЯ И ПРОБЛЕМЫ УНИФИКАЦИИ КЛЮЧЕВЫХ СИСТЕМ КРИТИЧЕСКИХ ИНФРАСТРУКТУР..... 209

Хвостунов Ю.С.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Научно-производственное объединение «Импульс»
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЧАСТОТНОГО РЕСУРСА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ ДЕКАМЕТРОВОЙ СВЯЗИ С ПОЛНОДИАПАЗОННОЙ ППРЧ АПС «ЛАДОГА» 212

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ 216

Баушев С.В.,Поливанайте Л.В.,Терехов И.А.
Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «Государственный НИИ прикладных проблем»
ПОДХОД К ВНЕШНЕМУ ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТАКТИЧЕСКИХ РАДИОНАВИГАЦИОННЫХ СИСТЕМ. 216

Исаев Р.М., Любивый А.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики
МЕТОДИКА ПРОВЕРКИ АДЕКВАТНОСТИ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ МЕХАНИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ, ВОЗНИКАЮЩИХ В ПРОЦЕССЕ ОБРАБОТКИ ЗАГОТОВОК 222

Михайлов Н.С.
Россия, Санкт-Петербург, ОАО «Равенство»
РАЗРАБОТКА ИНТЕГРИРОВАННАЯ КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОАО «РАВЕНСТВО»..... 225

Сартасов С.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
О РАСПАЛЛЕЛИВАНИИ ДАКТИЛОСКОПИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ 227

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ 233

Вардомская А.А., Климов Е.Н.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
МОДЕЛИ ПРОЦЕССОВ РАСХОДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕСУРСА ПОРТОВЫХ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ 233

Микони С.В.
Россия, Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения
СИСТЕМАТИЗАЦИЯ МЕТОДОВ МНОГОПРИЗНАКОВОГО ОЦЕНИВАНИЯ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПА ПОЛЕЗНОСТИ 235

Нырков А.А., Нырков А.П.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ..... 239

Пастущак Т.Н., Соколов С.С.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЕДИНОГО БИБЛИОТЕЧНО-ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ОТРАСЛЕВОГО УНИВЕРСИТЕТСКОГО КОМПЛЕКСА 242

Соколов С.С.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
О СОЗДАНИИ ЕДИНОГО ИНТЕГРИРОВАННОГО ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ТРАНСПОРТНОЙ ОТРАСЛИ 247

Соляков О.В.
Россия, Санкт-Петербург, Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова
МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ МАРШРУТОВ ПЛАВАНИЯ НА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ ПУТЯХ 250

Ходаковский В.А.
Россия, Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ПЕРЕВОЗОК СЕТЯМИ ПЕТРИ В СРЕДЕ MATHCAD 253

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ 259

Алтыкат Омер
Турция, Стамбул, Oxford Vision Language center
ПРОБЛЕМЫ ОБУЧЕНИЯ ТУРЕЦКОГО ЯЗЫКА КАК ИНОСТРАННОГО, УЧЁТ КУЛЬТУРОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНОСТРАННОГО ЯЗЫКА В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ ИТ..... 259

Гурьев А.Т., Корзина М.И., Майоров И.С., Касаткин В.В., Лысенко В.А., Лысенко А.А., Сальникова П.Ю.
Россия, Архангельск, Северный (Арктический) Федеральный университет имени М.В. Ломоносова, Институт информационных и космических технологий
Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
«ОСНОВЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДИЗАЙНЕ» КАК ОДНА ИЗ ОСНОВНЫХ ДИСЦИПЛИН ПО НАПРАВЛЕНИЮ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ»..... 260

Дмитриева Л.М., Макарова Т.В.
Россия, Омск, Омский государственный технический университет
СУЩНОСТЬ И СТРУКТУРА ГОТОВНОСТИ СТУДЕНТОВ К ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ИНТЕРНЕТ-ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 262

Домбровская Л.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ И ВОЗМОЖНОСТИ СЕТИ ИНТЕРНЕТ 263

Йасин Кюршад Демиралп
Турция, Стамбул, Oxford Vision Language center
ОСОБЕННОСТИ ОБУЧЕНИЯ ТУРЕЦКОМУ ЯЗЫКУ, СВЯЗАННЫЕ С ИЗМЕНЕНИЯМИ В ТУРЕЦКОМ ЯЗЫКЕ, КОТОРЫЕ НАБЛЮДАЮТСЯ НА РАЗЛИЧНЫХ ФОРУМАХ И В СОЦИАЛЬНЫХ СЕТЯХ..... 267

Калугян К.Х.
Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет (РИНХ)
ПРЕПОДАВАНИЕ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ»: ОСОБЕННОСТИ И ОПЫТ 268

Колоколова Л.П.
Россия, Стерлитамак, Стерлитамакский филиал Башкирского государственного университета
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРЕПОДАВАНИИ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ ДИСЦИПЛИН 270

Мансурова С.Е., Попова Е.А.
Россия, Санкт-Петербург, Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»,
Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА МОТИВАЦИЮ СТУДЕНТОВ НА ОСНОВЕ ОПЫТА ПРЕПОДАВАТЕЛЯ В ТЕХНИЧЕСКОМ ВУЗЕ 272

Михайлова А.С.
Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет
«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
ТЕЗАУРУС ТЕКСТОВОЙ ИНФОРАЦИИ И КЛАССИФИКАЦИЯ ЭТАПОВ МЕТОДА ЕГО ПОСТРОЕНИЯ . 277

Морозова А.В.
Россия, Орел, Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс
МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ УРОВНЯ СОЦИАЛЬНО-ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ СПЕЦИАЛИСТА ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОФИЛЕ НА МЕЖРЕГИОНАЛЬНОМ РЫНКЕ ТРУДА..... 278

Никонорова М.Л., Пичугин Ю.А., Карелина Н.Р.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
КОМПЬЮТЕРНЫЕ МОДЕЛИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ 282

Радевская Н.С.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет сервиса и экономики
ФОРМИРОВАНИЕ ИКТ-КОМПЕТЕНЦИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ СРЕДНЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СИСТЕМЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ..... 287

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ 288

Блюм В.С., Заболотский В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
МОДЕЛЬ ФЕДЕРАЛЬНОГО СЕРВИСА «ИНТЕГРИРОВАННАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ МЕДИЦИНСКАЯ КАРТА» 288

Блюм В.С., Заболотский В.П.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
УПРАВЛЕНИЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЕМ НА ОСНОВЕ ПОЛНОЙ, ДОСТОВЕРНОЙ
И ДОСТУПНОЙ ПЕРВИЧНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ 294

Денисова Д.М.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНОЙ УСПЕШНОСТИ НА ПСИХОСОМАТИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ЧЕЛОВЕКА 302

Жвалевский О.В.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
МЕТОДИКА МАТЕМАТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ТЕНЗОТРЕМОРОГРАММ 307

Маркелов К.С., Нечаев В.В.
Россия, Москва, Московский государственный технический университет радиотехники,
электроники и автоматики
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ БИОМЕТРИЧЕСКОЙ ИДЕНТИФИКАЦИИ ЧЕЛОВЕКА 315

Яфаров А.З., Сенкевич Ю.И.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина),
Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ
УЧАСТНИКОВ ПОЛЯРНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ 317

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЭКОЛОГИИ..... 320

Гришканич А.С., Бузников А.А., Кащеев С.В., Жевлаков А.П., Васильев С.К.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина), ФГУП НПК ГОИ им. С.И. Вавилова,
Аварийно-Технический центр Росатома
НОВЫЕ МЕТОДЫ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА РАДИОАКТИВНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ 320

Переварюха А.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ФОРМИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ СЦЕНАРИЕВ ДЛЯ ВЫБОРА СТРАТЕГИИ
ЭКСПЛУАТАЦИИ БИОРЕСУРСОВ 324

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ..... 327

Александрова Л.В.
Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный гидрометеорологический университет
РАЗВИТИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ 327

Басов И.С., Попов В.Б.
Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный гидрометеорологический университет
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОСМОТРА ДАННЫХ
РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ОТРАЖАЕМОСТИ В ТРЁХМЕРНОМ ВИДЕ
И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В ВИДЕ
АЭРОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГРАММЫ 330

Митько А.В.
Россия, Санкт-Петербург, Арктическая общественная академия наук
ПРИНЦИПЫ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА В ЦЕЛЯХ
КОНТРОЛЯ ОБСТАНОВКИ В АРКТИЧЕСКОМ РЕГИОНЕ 333

Новопашенный И.В., Чжао Ч., Федорова Т.А., Подгайский Э.В., Шевчук О.И., Попов Н.Н., Котельников К.К.
Германия, Бремен, Университет Бремена,
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет, Российский государственный гидрометеорологический университет
Калининград, Балтийский федеральный университет имени Иммануила Канта
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ОБУЧЕНИЯ SAKAI ПРИ РАЗРАБОТКЕ УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЫ В ОБЛАСТИ ПРИКЛАДНЫХ НАУК 337

Попов Н.Н.
Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный гидрометеорологический университет
СОПРЯЖЕНИЕ АРХИВНЫХ ДАННЫХ И ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГИДРОФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКВАТОРИИ БАРЕНЦЕВА МОРЯ 338

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ 341

Гутарева Ю.И., Лысенко В.А., Иванова А.А., Сальникова П.Ю., Корзина М.И.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный академический институт живописи, скульптуры и архитектуры имени И.Е. Репина,
Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна,
Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова
СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПЕЙЗАЖНОГО ЖАНРА САНСУХВА («ГОРЫ–ВОДЫ») В КОРЕЙСКОМ ИСКУССТВЕ В ПЕРИОД ПОЗДНИЙ ЧОСОН (XVIII – СЕРЕДИНА XIX ВЕКОВ) 341

Денисова М.А.
Россия, Омск, Омский государственный технический университет
РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ НА ЯЗЫКЕ MAXSCRIPT ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ИНТЕРЬЕРА 343

Костюченко О.А.
Россия, Санкт-Петербург, Детская студия мультимедиа «M-ART», Санкт-Петербургского центра творческого развития и гуманитарного образования «На Васильевском»
НЕ ЗАБУДУ, НЕ ЗАБУДЕМ, НЕ ЗАБЫВАЙТЕ ВСЕГО ТОГО, ЧТО МЫ ПЕРЕЖИЛИ 346

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ 351

Гулин А.П., Кирьянов А.К., Клопов Н.В., Новодворский Е.Г., Олешко С.Б., Рябов Ю.Ф.
Россия, Гатчина, Петербургский институт ядерной физики им. Б.П. Константинова
МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА РЕАКТОРЕ ПИК 351

Колодин М.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ТЕХНОЛОГИЗАЦИЯ ОБРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ИНФОРМАЦИИ В АРХИВНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 354

Колодин М.Ю.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ГЕНЕРАЦИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И ОТЧЁТОВ О ПРОГРЕССЕ В РАЗВИТИИ ПРОГРАММНОГО ПРОЕКТА 357

ОГЛАВЛЕНИЕ 361