



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



РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА «РИ-2010»

XII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Санкт-Петербург, 20-22 октября 2010 года

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Санкт-Петербург

2011



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



РЕГИОНАЛЬНАЯ ИНФОРМАТИКА «РИ-2010»

ХII САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКАЯ МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

Санкт-Петербург, 20-22 октября 2010 года

ТРУДЫ КОНФЕРЕНЦИИ

Санкт-Петербург

2011

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. – 333 с.
ISBN 978-5-905183-88-1

Сборник содержит труды XII Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика (РИ-2010)», учредителями которой являются: 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.

Сборник охватывает широкий круг направлений: Региональная политика информатизации. Электронное правительство; Теоретические проблемы информатики и информатизации; Телекоммуникационные сети и технологии; Информационная безопасность; Правовые проблемы информатизации; Информационное обеспечение финансово-кредитной сферы и бизнеса; Информационные технологии в критических инфраструктурах; Информационные технологии в производстве; Информационные технологии на транспорте; Информационные технологии в научных исследованиях; Информационные технологии в образовании; Информационные технологии в здравоохранении; Информационные технологии в экологии; Информационные технологии в дизайне; Информационные технологии в издательской деятельности и полиграфии; Геоинформационные системы; Распределенные информационно-вычислительные системы, грид-технологии; а также материалы Научной школы молодых ученых «Комплексное моделирование информационных процессов и систем».

УДК (002:681):338.98

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

Публикуется в авторской редакции

Подписано в печать 20.04.2011. Формат 60х84%. Бумага офсетная.
Печать – ризография. Усл. печ. л. 38,71. Тираж 150 экз. Заказ № 2451

Отпечатано в ООО «Политехника-сервис»
191011, Санкт-Петербург, ул. Инженерная, 6

ISBN 978-5-905183-88-1

© Санкт-Петербургское Общество информатики,
вычислительной техники, систем связи и
управления (СПОИСУ), 2011 г.

© Авторы, 2011 г.



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



REGIONAL INFORMATICS «RI-2010»

XII ST. PETERSBURG INTERREGIONAL CONFERENCE

St. Petersburg, October 20-22 2010

PROCEEDINGS OF THE CONFERENCE

St. Petersburg

2011



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 автоматической аппаратуры им. акад. В.С. Семенихина»
- ФГУП «Научно-исследовательский институт «Рубин»
- ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс»
- ФГУП «ЦентрИнформ»
- Государственный Научный центр «Центральный научно-исследовательский и опытно-конструкторский институт робототехники и технической кибернетики»
- СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр»
- ОАО «Центр компьютерных разработок»
- Учебно-методическое объединение вузов России по университетскому политехническому образованию при Московском государственном техническом университете им. Н.Э. Баумана
- Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
- 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 водных коммуникаций
- Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича
- Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна
- Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
- Санкт-Петербургский университет МВД России
- Северо-Западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
- Санкт-Петербургский институт экономики и бизнеса
- ОАО «Северо-Западный Телеком»
- ЗАО «Ассоциация специалистов информационных систем»
- ЗАО «Институт телекоммуникаций»
- ЗАО «Научно-технический центр биоинформатики и телемедицины «Фрактал»
- ЗАО «РАМЭК-ВС»
- ЗАО «Санкт-Петербургский Региональный Центр защиты информации»
- ЗАО «Эврика»
- Компания «Марвел»
- Компания «Radio Net»

- Информационно-правовой консорциум «Кодекс»
- 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

Матвиенко Валентина Ивановна	Губернатор Санкт-Петербурга
Тюльпанов Вадим Альбертович	Председатель Законодательного собрания Санкт-Петербурга
Сердюков Валерий Павлович	Губернатор Ленинградской области
Макаров Евгений Иванович	Помощник полномочного представителя Президента Российской Федерации в Северо-Западном федеральном округе
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
Щеголев Игорь Олегович	Министр информационных технологий и связи Российской Федерации
Фурсенко Андрей Александрович	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
Тихонов Валерий Владимирович	Вице-губернатор Санкт-Петербурга
Демидов Александр Алексеевич	Председатель Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга
Цивирко Евгений Геннадьевич	Председатель Комитета по работе с исполнительными органами государственной власти и взаимодействию с органами местного самоуправления Администрации Губернатора 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 государственного университета информационных технологий, механики и оптики
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»
Акулич Владимир Александрович	Генеральный директор ОАО «Северо-Западный Телеком»
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

Азарсков Алексей Вольдемарович

Заместитель председателя Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга

Члены Организационного Комитета

Агалаков Юрий Глебович

Генеральный директор ФГУП «Научно-исследовательский институт автоматической аппаратуры им. акад. В.С. Семенихина»

Акопов Григорий Леонидович

Директор Ростовского филиала ФГОУ ВПО «Московский государственный технический университет гражданской авиации»

Александров Анатолий Михайлович

Заместитель начальника Центра анализа и экспертизы ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс»

Андропова 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 Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций

Белевицкий Сергей Александрович

Председатель Совета директоров ЗАО «РАМЭК-ВС»

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 Компании «Марвел»

Гоголь Александр Александрович

Ректор Санкт-Петербургского государственного университета телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича

Григорьев Владимир Александрович

Заместитель директора Компании «Radio Net»

Гуца Анатолий Григорьевич

Главный специалист СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр»

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

Заведующий кафедрой Северо-Западного института печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна

Жданов Сергей Николаевич

Заместитель генерального директора ЗАО «ВТБ-Девелопмент»

Заборовский Владимир Сергеевич	Заведующий кафедрой Санкт-Петербургского государственного политехнического университета, заместитель главного конструктора ЦНИИ РТК
Захаров Юрий Никитич	Заместитель директора СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр»
Зегжда Петр Дмитриевич	Заведующий кафедрой информационной безопасности компьютерных систем, директор специализированного центра защиты информации Санкт-Петербургского государственного политехнического университета
Зубков Юрий Сергеевич	Советник первого заместителя председателя Комитета по градостроительству и архитектуре
Игумнов Владимир Вячеславович	Главный конструктор ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс»
Исаев Борис Анатольевич	Директор СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр»
Искандеров Юрий Марсович	Заместитель директора Института проблем транспорта им. Н.С. Соломенко Российской академии наук
Касаткин Виктор Викторович	Декан ФПКП Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова
Кирсанов Игорь Петрович	Генеральный директор ЗАО «ВО «РЕСТЭК»
Ковалев Валерий Иванович	Ректор Петербургского государственного университета путей сообщения
Коршунов Сергей Валерьевич	Заместитель председателя Совета УМО вузов России, проректор по учебной работе Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана
Кудря Андрей Александрович	Генеральный директор ЗАО «РАМЭК-ВС»
Кузичкин Александр Васильевич	Исполнительный директор Компании «Radio Net»
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
Максимов Роман Викторович	Заместитель генерального директора ЗАО «Ассоциация специалистов информационных систем»
Марков Вячеслав Сергеевич	Ученый секретарь Объединенного научного совета Санкт-Петербургского научного Центра Российской академии наук
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»
Оводенко Анатолий Аркадьевич	Ректор Санкт-Петербургского государственного университета аэрокосмического приборостроения
Пильдес Майя Борисовна	Директор Гимназии № 56 Санкт-Петербурга
Присяжнюк Сергей Прокофьевич	Генеральный директор ЗАО «Институт телекоммуникаций»
Романов Виктор Егорович	Президент Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна

Рунеев Анатолий Юрьевич	Генеральный директор ФГУП «Научно-исследовательский институт «Рубин»
Симонов Михаил Владимирович	Главный консультант директора ФГУП «ЦентрИнформ»
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 ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс»
Уткин Виктор Викторович	Проректор Смольного института Российской академии образования
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	Директор Центра технологий электронного правительства Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики
Эркин Анатолий Григорьевич	Генеральный директор ЗАО «Санкт-Петербургский Региональный Центр защиты информации»

ПРОГРАММНЫЙ КОМИТЕТ КОНФЕРЕНЦИИ

Председатель Программного Комитета

Советов Борис Яковлевич	Сопредседатель Научного совета по информатизации Санкт-Петербурга

Заместители председателя Программного Комитета

Жигадло Валентин Эдуардович	Генеральный директор ООО «Максима»
Ипатов Олег Сергеевич	Заведующий кафедрой Балтийского государственного технического университета «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

Члены Программного Комитета — руководители секций

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



РЕГИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ИНФОРМАТИЗАЦИИ. ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО

Советов Б.Я., Никандров Н.Д.

**Россия, Санкт-Петербург, Смольный институт Российской академии образования,
Москва, Российская академия образования**

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕПРЕРЫВНОМ ОБРАЗОВАНИИ

Сейчас уже вряд ли надо кого-либо убеждать в том, что образование является необходимым условием поступательного развития страны, что хорошее образование – столь же необходимое условие успешного развития человека в личностном и карьерном плане. Стоит, впрочем, заметить, что это не всегда было так. И речь не идет о давно прошедших временах: в начале «лихих девяностых» сама жизнь убедила очень многих в том, что самое главное – быстро схватить приличные деньги, что для этого проще мыть машины на берегу Москвы-реки, чем упорно и долго учиться.

Эти времена, к счастью, прошли, но, к несчастью, с многими потерями и с минимальными приобретениями. Одной из важных потерь, кроме вполне очевидных материальных (уменьшение не менее чем вдвое валового внутреннего продукта, утрата населением своих сбережений, обвальное сокращение финансирования всей социальной сферы) было именно снижение мотивации к образованию, упрощенным, но в принципе верным примером чего является только что упомянутое мытье машин как альтернатива учению.

И все же эти времена прошли. Мы опять вспомнили, что после хлеба самое главное для народа – это школа (шире - система образования), что образование нужно стране и человеку, что оно стоит денег (своих и государства) и усилий (личных и общества). А в условиях построения информационного общества образование стало ареной конкуренции между странами, а в личностном плане, даже с учетом всех перегибов и издержек рынка – серьезным капиталом для человека, если оно хорошее, тормозом для его успешности, если плохое. Для информационного общества характерна лидирующая роль образования, а поэтому будущее образования следует рассматривать в тесной взаимосвязи с особенностями жизни людей в информационном обществе.

В конце XX века национальные и мировая системы образования пережили глубокий кризис. В качестве основных факторов, объективно дестабилизирующих работу системы образования, обычно называют следующие: социальная и экономическая нестабильность, острый дефицит средств, неполнота и противоречивость нормативно-правовой базы. Однако главным фактором остается неудовлетворительное финансирование, что является источником кризисных ситуаций в системе образования. Последние 20 лет российская система образования находилась в состоянии непрерывного реформирования. Можно выделить периоды «новаторства» (под руководством Г.А. Ягодина), «деполитизации и деидеологизации» (под руководством Э.Д. Днепров), «демократизации и вхождения в рынок» (под руководством В.Г. Кинелева и А.Н. Тихонова), «модернизации» (под руководством В.М. Филиппова). И хотя для каждого из этих этапов можно найти немало поводов для критики, мы ей заниматься не будем. Все переходные периоды всегда трудны, и для каждого из этих периодов модно найти и немало убедительных обоснований. Хотя верно и то, что непрерывные изменения, носящие характер попеременных реформ и контрреформ, уже тем самым создают немалые трудности для нормального функционирования, еще большие – для развития. В настоящее время завершается работа над новыми стандартами школьного образования, близится к концу работа над интегрированным законом об образовании, а в высшей школе близок почти полный переход на двухуровневую систему. Все это вызывает весьма неоднозначные отклики работодателей, видных деятелей науки, культуры и образования.

Что мы имеем сейчас, как говорится, по факту?

Непрерывное образование в России в рамках российской образовательной системы включает 11 ступеней, относящихся к шести уровням образования (Закон Российской Федерации "Об образовании", принятый в 1992 году и впоследствии включивший многочисленные поправки).

Две первые ступени - начальное (4 года) и основное общее образование (5 лет), необходимо пройти, чтобы достигнуть уровня основного общего образования, обязательного для всех граждан России. Еще одна ступень (длительностью 2 года) ведет к среднему (полному) общему образованию (второй уровень), после которого возможны три варианта получения образования. Две ступени третьего уровня - начального профессионального образования - длительностью по году каждая (первая ступень ведет к получению рабочей профессии, вторая ступень ведет к

получению рабочей профессии с повышенным уровнем). Четвертый уровень образования - среднее профессиональное образование: первая ступень (2-3 года) - получение квалификации специалиста со средним профессиональным образованием, вторая ступень (плюс 1 год обучения) - получение квалификации специалиста со средним профессиональным образованием "с повышенным уровнем подготовки". Образовательные программы третьего и четвертого уровней включают в себя содержание среднего (полного) образования и поэтому их можно начать осваивать на базе основного общего образования.

Пятый уровень образования - высшее профессиональное образование, шестой – после-вузовское профессиональное образование (реализуется в аспирантуре при сроке обучения 3 года).

В соответствии с Федеральным законом РФ "О высшем и послевузовском профессиональном образовании" в Российской Федерации устанавливаются следующие ступени высшего профессионального образования:

- высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации (степени) "бакалавр" (срок освоения - не менее четырех лет);

- высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации "специалист" (срок освоения - не менее пяти лет);

- высшее профессиональное образование, подтверждаемое присвоением лицу, успешно прошедшему итоговую аттестацию, квалификации (степени) "магистр" (срок освоения - не менее шести лет).

Если попытаться сопоставить сказанное с Международной стандартной классификацией образования ЮНЕСКО (МСКО), то можно отнести российского бакалавра к ступени 5А МСКО, но с условием наличия у поступающего на эту ступень общего среднего образования продолжительностью 13 лет. В российские вузы на подготовку бакалавров поступают после 11 лет обучения в средней школе. Поэтому четырехлетняя образовательная программа бакалавра не дает оснований отнести его к ступени 5А МСКО. Можно было бы предположить, что российский бакалавр является выпускником ступени 5В МСКО, но согласно статье 90 МСКО программу следует рассматривать как относящуюся к ступени 5В МСКО, если эта ступень более ориентирована на практику. Однако ступень 5В МСКО не дает непосредственного доступа к продвинутым программам научных исследований и не позволяет продолжить обучение в магистратуре. Реально программа 5В реализуется российскими средними специальными учебными заведениями.

После окончания магистратуры возможно поступление в аспирантуру, успешное завершение которой предусматривает защиту диссертации на соискание ученой степени кандидата наук. Условно это можно отнести к третьей ступени высшего профессионального образования. В международном аспекте этот уровень образования признается как эквивалент подготовки докторов философии в США. Однако в отличие от США присуждение степени кандидата наук в России базируется в основном на написании и защите диссертации с минимальными требованиями к общему образовательному уровню подготовки в период пребывания в аспирантуре. Это дает повод утверждать, что по уровню российский кандидат наук в среднем уступает американскому доктору философии. Следует отметить, что подготовка докторов философии прежде всего ориентирована на получение не только квалификации, но и всестороннего образования повышенного уровня, а также навыков научно-исследовательской работы. Наличие в системе высшего образования подготовки такой высокообразованной научно-технической элиты и определило опережающую динамику экономического развития США и Японии по сравнению с государствами Западной Европы.

Модернизация образования в российской высшей школе привела в настоящее время образование в состояние, когда основным направлением подготовки кадров с высшим образованием становится уровневая подготовка с выделением двух уровней: бакалавр и магистр. Оставляя в стороне вопрос заинтересованности работодателей в подобных выпускниках, уделим основное внимание проблемам развития высшего профессионального образования с учетом реальных возможностей ВУЗов в сложившихся условиях.

Следует отметить, что большого опыта трудоустройства бакалавров пока нет. Общеизвестно, что они спросом у работодателей не пользуются. В настоящее время в образовательной среде также формируется устойчивое мнение о необходимости сохранения отечественной системы подготовки специалистов. Но при этом следует учитывать необходимость сближения российской системы образования с мировой образовательной системой. Сокращение срока обучения с пяти лет (для специалиста) до четырех лет (для бакалавра) оказывается затруднительным для многих предметных областей, а также для реализации на этой основе военного образования. Остаются области деятельности, связанные с серьезными проблемами безопасности человека, для которых неприемлемо сокращение срока обучения в принципе. Необходимость наличия в учебном плане военной подготовки для военных учебных заведений требует также пятилетнего срока обучения. В этих условиях подготовка кадров должна проводиться по образовательным траекториям: бакалавр,

магистр, специалист. При этом создается новая структура системы высшего профессионального образования, включающая две дополняющие друг друга образовательные системы: система непрерывной подготовки бакалавра, магистра, кандидата наук и не связанная с ней отдельная система подготовки специалиста, начиная с первого курса обучения. Вторая система является исторически сложившейся, базирующей на отечественном опыте подготовки кадров, но, к сожалению, она становится узко направленной, охватывая значительно меньшее число специальностей. Первая система опирается на перечень направлений подготовки бакалавров и магистерские программы, решая проблему подготовки не только выпускников широкого профиля, но и магистров для научной и научно-педагогической сфер деятельности. В свете присоединения России к Болонскому процессу эта система становится основной как по идеологии, так по количеству направлений подготовки. При этом возникает проблема целевого назначения бакалавриата, при выборе которого следует учитывать не столько опыт зарубежных стран, сколько потребности общества в профессионально обученных кадрах. Не должно снизиться и качество российского образования, традиционно поддерживаемое на высоком уровне в условиях уже сложившейся образовательной системы.

Введение уровневой подготовки породило целый ряд проблем учебно-методического, нормативно-законодательного и организационного характера.

1. Переход к новым Федеральным государственным образовательным стандартам (ФГОС) III поколения. От этого освобождены МГУ, СПбГУ, федеральные ВУЗы и национальные исследовательские университеты. Указанной группе ВУЗов предоставлена возможность самостоятельно разрабатывать образовательные стандарты, составлять гибкие модульные учебные планы и т.д. Основная группа ВУЗов должна перейти на ФГОС с учетом обязательной части в объеме 50% при подготовке бакалавра и - 30% при подготовке магистра. Необходимо определить целевое назначение бакалавра и магистра. Если подготовка бакалавров в России преследует цели, аналогичные подготовке бакалавров в США, то обучение их должно носить также сугубо профессиональный характер, аналогичный характеру традиционной подготовки дипломированных специалистов в России, но с более широким спектром теоретических знаний, обеспечивающих высокий динамизм трудовой деятельности, и в силу этого - расширенные возможности трудоустройства. Отсюда следует необходимость профильной подготовки. К сожалению, решения по этому вопросу носят половинчатый характер. В ФГОС профили не указаны, а в примерных учебных планах они зафиксированы. При этом естественным решением оказалось сохранить ранее существовавшие специальности в виде профилей подготовки бакалавра и магистра. Учитывая большую возможную самостоятельность ВУЗов, число профилей необходимо увеличить и связать их с региональными потребностями. Это позволит решить проблему трудоустройства выпускника. ФГОС III поколения вводятся с января 2011 г.

2. Разработка документов федерального уровня для вхождения в мировое образовательное пространство. В течение ряда лет формировалась законодательная база по уровневой подготовке и структуре новых стандартов. Структура и содержание подготовки в соответствии с ФГОС III поколения должны подтвердить целесообразность перехода к уровневой, что можно обосновать лишь повышением качества образования. В документах Болонского совещания подчеркивается, что качество образования - основополагающее условие доверия, релевантности европейскому рынку труда, мобильности, совместимости квалификаций на вузовском и послевузовском уровнях, привлекательности европейской системы образования. Но Болонский процесс предполагает диверсификацию образовательных структур, программ, форм обучения, индивидуализацию образовательных маршрутов. Вполне очевидно, что разные образовательные программы предполагают и разное качество образования. Таким образом, мы видим, что речь идет не о снижении качества образования в целом, а об образовании разного качества в соответствии с запросами личности, работодателя, общества и государства. Представляется, что цели Болонского процесса нашли отражение в Федеральных государственных образовательных стандартах III поколения подготовки бакалавра, которые должны базироваться на желаемой обобщенной модели выпускника. Новая система образования должна стать на мировом рынке труда более конкурентноспособной. При этом обобщенная модель специалиста должна включать в себя: представления о целях деятельности специалиста; представления о результатах обучения, о тех функциях, к выполнению которых он должен быть подготовлен; о компетентности специалиста; о его индивидуальных качествах, которые должны быть сформированы как профессионально важные; представления о нормативных условиях, в которых эта деятельность должна протекать; навыки принятия решений, связанных с профессиональной деятельностью; навыки работы с информацией, обеспечивающей успешность деятельности; формирование представлений о личностном смысле деятельности. Все это нашло отражение в компетенциях, которые и легли в основу построения ФГОС III поколения.

3. Разработка ФГОС по всем направлениям и специальностям. Соответствующий перечень был утвержден в конце декабря 2009 г. Госдума приняла ранее законы об уровневой подготовке и новой структуре ГОС. Сейчас разработаны методические материалы по проектированию

модульных образовательных стандартов. Минобразование России утвердило макеты ГОС подготовки бакалавра и магистра. Необходимо было разработать ФГОС по 170 направлениям и по 71 специальности, что соответствует Перечню направлений и специальностей, принятому в декабре 2009 г. Отметим, что действующие в настоящее время стандарты высшего профессионального образования построены на квалификационной модели специалиста, базирующейся на объекте и предмете труда. При формировании новой системы образования мы перешли от квалификационной модели к компетентностной, которая и позволит отобразить различные формы деятельности выпускника. Это нашло отражение в компетенциях, которые легли в основу построения образовательных стандартов III поколения. В условиях создания и реализации компетентностной модели оценка качества образования осуществляется через компетенции, которые определяют (в известной мере, конечно) и возможности трудоустройства. Компетенции жестко не связаны с конкретной профессией, а предполагают возможность использования знаний в целом ряде профессий. В этом смысле компетенции подобны способностям. Результат подготовки, оцененный в компетенциях, расширяет область трудоустройства выпускников, что является наиболее актуальным для любого человека, получившего образование и желающего работать по направлению деятельности, соответствующей полученному профилю подготовки. Такова позиция Министерства образования и науки РФ, но она оказывается сомнительной для работодателей.

Магистр должен готовиться по индивидуальной образовательной траектории, а поэтому следует допустить большое число профилей подготовки. Выпускник магистратуры, по сути, – элитный специалист. Тогда введение двухступенчатой системы станет оправданным, и отечественное образование сохранит свой традиционно фундаментальный характер. Пока же можно сделать вывод, что вузы оказались не готовы перейти на ФГОС, базирующиеся на компетентностной модели.

4. Разработка примерных образовательных программ по всем профилям подготовки бакалавра и магистра и по всем специализациям подготовки специалиста. Примерные образовательные программы по гуманитарному и естественно научному циклам должны быть подготовлены соответствующими комиссиями вне соответствующих учебно-методических объединений (УМО). На УМО возлагается задача разработки обязательной части дисциплин профессионального цикла с учетом прописанных в примерном учебном плане вариативных дисциплин. Например, для направления «Информационные системы и технологии» необходимо разработать для базовой части профессионального цикла примерные программы десяти дисциплин. Для вариативной части программа разрабатывается в трех вариантах дисциплин и дается на выбор студента. Принято решение силами УМО разработать примерные программы дисциплин профильной части примерного учебного плана. Здесь также имеется базовая часть (четыре дисциплины) и вариативная часть (четыре дисциплины в трех вариантах). Таким образом, для одного профиля необходимо разработать программы по 16 дисциплинам, не считая профессионального цикла до профиля. Всего с учетом этого получаем больше 30 программ для одного профиля. Значительная работа намечается и для ФГОС подготовки магистра. Естественно, программы профиля будут носить рекомендательный характер, и каждый ВУЗ должен разработать свои рабочие программы дисциплин.

Несмотря на значительный объем работы, который выпадает на УМО и вузы, наличие профилей подготовки бакалавра и магистра является крайне важным, так как это сохраняет традиционную для российского образования особенность специализации подготовки выпускника в конкретной предметной области. Возможность увеличения числа профилей без перехода к стандартам следующего поколения позволяет мобильно адаптироваться к требованиям работодателей и способствует трудоустройству выпускника. Особо важно предусмотреть возможность для вузов предлагать новые профили подготовки бакалавров исходя из потребностей регионов. Такие профили после определенной апробации могут по рекомендации УМО вводиться при подготовке бакалавров для всех вузов России. В настоящее время при переходе от подготовки специалиста к подготовке бакалавра начальное число профилей бакалавра соответствует ранее существовавшим специальностям данного направления. Однако уже сейчас наблюдается увеличение числа профилей, и эта тенденция будет сохраняться.

5. Разработка и утверждение методики расчета и использования зачетных единиц.

В рамках классической модели расчет трудоемкости и нагрузки осуществлялся в часах. При переходе к компетентностной модели единицей расчета становятся зачетные единицы. Учитывая профессиональную направленность подготовки бакалавров и ограниченный срок обучения, изменятся структура и содержание примерных учебных планов и образовательных стандартов. Часть дидактических единиц естественно научных и математических дисциплин следует перенести на вторую ступень образования (магистр). Трудоемкость обучения на первой ступени составляет 240 единиц, трудоемкость обучения на второй ступени – 120 единиц, т.е. 60 единиц за учебный год (одна зачетная единица при 16-недельной продолжительности семестра равна 16 часам общей трудоемкости). Эти единицы распределяются по циклам гуманитарных, естественно научных и

профессиональных дисциплин. Базовые дисциплины этих циклов составляют федеральный компонент. В федеральный компонент естественно научного цикла рекомендуется включить следующие дисциплины: математика, физика, химия, экология. В федеральный компонент профессионального цикла должны быть включены дисциплины, обеспечивающие подготовку выпускника к решению общетехнических задач, т.е. той совокупности профессиональных задач, которые должен уметь решать любой выпускник с высшим профессиональным образованием. Для направления «Информационные системы и технологии» образовательной области «Техника и технологии» к ним относятся: Теория информационных процессов и систем, Информационные технологии, Архитектура информационных систем, Технологии программирования, Управление данными, Технологии обработки информации, Интеллектуальные системы и технологии, Инструментальные средства информационных систем, Инфокоммуникационные системы и сети. В профессиональный цикл включаются и дисциплины профиля.

Учебная нагрузка преподавателя также должна рассчитываться в зачетных единицах. Зачетные единицы в форме кредитов позволяют представить весь процесс обучения в модульном виде и реализовать для каждого студента в случае необходимости индивидуальный график прохождения учебного материала, а также расчленение циклов по модулям совокупности дисциплин или отдельных дисциплин, связав это с отчетностью студента. Таким образом, возникают новые возможности организации учебного процесса, что может быть реализовано при наличии утвержденной методики расчета.

6. Разработка и утверждение форм документов государственного образца, подтверждающих окончание бакалавриата и магистратуры. При этом важно и соответствие данных документов зарубежным образцам.

7. Разработка и утверждение новых правил лицензирования и аккредитации. Опыт зарубежных стран показывает целесообразность оценки готовности и последующей работы образовательного учреждения со стороны общественных институтов. В нашей стране процедуры аттестации, лицензирования и аккредитации осуществляются Министерством образования и науки РФ, в то время как во многих странах основное - это общественная оценка. Сейчас она отрабатывается в Российской академии образования, но только по педагогическим специальностям.

При переходе на ФГОС III поколения траектории обучения студентов стали более свободными, что подтверждается следующим:

1. Реализация двухуровневой системы подготовки в ВУЗах (бакалавр, магистр) приводит к возможности выбора студентом индивидуальной траектории обучения.

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 ГОС предшествующих поколений. Это позволяет реализовать модульное обучение и модульную отчетность с учетом возможностей и желания студента.

3. Компетентностный подход к разработке Государственных образовательных стандартов. Компетенции предполагают возможность использования знаний выпускника в ряде профессий. Базой для построения ФГОС стали компетенции, а не дисциплины, что было ранее.

4. Большая свобода в разработке учебных планов (основных образовательных программ) для вузов (в стандарте фиксируются только компетенции, а не содержание подготовки). Значительное число дисциплин отдано на разработку вузам. Они могут мобильно выбирать профили и даже предлагать собственные, исходя из запросов региона.

5. Активное участие работодателей в оценке стандартов позволяет более обоснованно подойти к перечню направлений и специальностей, а также к составу компетенций и, как следствие, к содержанию подготовки бакалавра и магистра.

6. Распространение либеральной модели на процессы аттестации и аккредитации является вполне реальным, учитывая имеющийся опыт добровольной аттестации. Организовано Агентство по общественному контролю качества образования и развития карьеры (АККОРК), в сотрудничестве с которым Российская академия образования и отрабатывает такие модели.

7. Необходимо становление образовательного аудита в нашей стране. Целесообразно создание новых организаций данного назначения с целью большего вовлечения научно-технической общественности в процессе аттестации и аккредитации.

8. Разработка и утверждение новых правил приема в вузы и контрольные цифры приема. Введение ЕГЭ породило массу проблем и фактически отстранило вузы от контроля качества знаний абитуриентов. Многочисленные споры по данной проблеме завершились тем, что отдельные вузы сумели ввести дополнительный контроль. Существовавшие ранее правила приема позволяли осуществить отбор абитуриента. Необходим взвешенный подход к определению новых правил приема и возможность коррекции контрольных цифр в процессе приема по результатам набора на отдельные направления и специальности.

9. Разработка Положения об итоговой аттестации студентов.

В стандартах III поколения предусмотрено наличие выпускной работы при подготовке бакалавра и магистра. При этом указано, что итоговая государственная аттестация бакалавра включает защиту выпускной квалификационной работы. Государственный экзамен вводится по усмотрению вуза. Требования к содержанию, объему и структуре выпускной квалификационной работы определяются высшим учебным заведением. При подготовке магистра государственный экзамен по направлению подготовки может вводиться по решению Ученого совета вуза. Программа государственного экзамена разрабатывается вузами самостоятельно с учетом рекомендаций соответствующих учебно-методических объединений вузов. Для объективной оценки компетенций выпускника тематика экзаменационных вопросов и заданий должна быть комплексной и соответствовать избранным разделам из различных учебных циклов, формирующих конкретные компетенции. Существенным является то, что Вузом может быть предоставлено право сдачи выпускником государственного аттестационного экзамена как вступительного экзамена в аспирантуру. Несмотря на указанные позиции стандартов, отсутствие типового Положения об итоговой аттестации студентов затрудняет внедрение уровневой системы подготовки.

10. Определение нормативов бюджетного финансирования вузов при переходе к уровневой подготовке.

В российской высшей школе существовали разные подходы к определению нормативов. Финансирование на основе нагрузки имело существенные недостатки, поскольку не отражало реальную картину организации учебного процесса и не способствовало оптимизации расходования государственных средств. Более целесообразным оказался подход, исходящий из приведенного числа студентов. Переход к уровневой подготовке вызывает необходимость индивидуализации обучения, что – особенно на уровне магистратуры – требует большего участия преподавателя. Отсюда требуется установить нормативы финансирования, которые поддержали бы заинтересованность в переходе к уровневой системе и обеспечили приток в вузы молодых кадров. К сожалению, у нас много внимания уделяется методическому обеспечению учебного процесса, но в стороне остаются вопросы экономики и прежде всего достойной заработной платы преподавателей. Нормативы бюджетного финансирования должны ориентироваться на то, чтобы создать в вузах нормальные материальные условия работы преподавателей, что является основным для повышения качества образования в стране.

Модернизация образования предполагает дальнейшее развитие и внедрение во все сферы человеческой деятельности 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. Можно выделить базовые информационные технологии по областям применения: в административном управлении, в экономике, в промышленности, в науке, в образовании, в социально-бытовой сфере и так далее. По содержанию технологии разделяют на телекоммуникационные с асинхронной передачей данных, GASE-технологии, технологии распределенных баз данных и знаний с удаленным доступом, мультимедиа технологии, геоинформационные технологии, высокопроизводительные технологии обработки данных, технологии защиты информации, технологии виртуальной реальности и др. Актуальной задачей является рациональное внедрение этих технологий в образование, что будет способствовать формированию новой информационной культуры.

Уже в настоящее время в образовании применение получили различные информационные технологии:

- 1) Компьютерные программы, включающие в себя электронные учебники, тренажеры, тьюторы, лабораторные практикумы, тестовые системы.
- 2) Системы на базе мультимедиа технологий, построенные с использованием персональных ЭВМ, видеотехники, накопителей на оптических дисках;
- 3) Интеллектуальные и обучающие экспертные системы, широко используемые в различных предметных областях;
- 4) Распределенные базы данных по отраслям знаний;
- 5) Средства телекоммуникации с выходом в Интернет по различным каналам связи, включающие в себя электронную почту, телеконференции, локальные и региональные сети связи, сети обмена данных и т.д. с использованием новых сетевых технологий;
- 6) Электронные библиотеки, распределенные и централизованные издательские системы;
- 7) Геоинформационные системы (ГИС), базирующиеся на технологии, объединяющей компьютерную картографию и системы управления базами данных;
- 8) Технологии защиты при передаче и хранении информации, базирующиеся на криптографии и ограничивающие доступ в распределенную компьютерную среду;
- 9) Мультисервисные сети кабельного телевидения с предоставлением многих образовательных услуг.

Совершенно очевидно, что наступила эра информационного общества. Образовательная система в таком обществе должна быть системой опережающей. Переход от консервативной образовательной системы к опережающей мог бы базироваться на опережающем формировании информационного пространства российского образования. Методологически отсюда следует, что необходимо руководствоваться не только опытом прошлого и настоящего, но и будущим как сознательно прогнозируемым и управляемым процессом. Информационное пространство Российского образования формируется уже в настоящее время, хотя в ряде случаев и стихийно. Появление информационных технологий способствовало ускорению смены технологий в производстве, проектировании, научных исследованиях, административном управлении. Прогнозируют, что цикл обновления производственных технологий уменьшится до 6-8 лет, а это означает неоднократную смену вида деятельности человека в течение его жизни. Да и сейчас перед многими вполне реально встает задача смены профессии. Ускоренное получение дополнительного образования возможно за счет эффективного внедрения в процесс обучения новых информационных технологий. Поэтому проблема информатизации имеет глубокое социальное значение. Информатизация как процесс перехода к информационному обществу ставит перед образованием совокупность проблем, тесно связанных с основными этапами перехода.

I. Этап компьютеризации:

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.

II. Этап формирования телекоммуникационной среды:

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.

III. Этап формирования и использования информационных фондов:

1. Решение проблемы формализации и представления 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.

В настоящее время в образовании создано и внедрено достаточно большое количество программных и технических разработок, реализующих отдельные информационные технологии. Но при этом используются различные методические подходы, несовместимые технические и программные средства, что затрудняет тиражирование, становится преградой на пути общения с информационными ресурсами и компьютерной техникой, приводит к распылению сил и средств. Наряду с этим различные подходы к информатизации в школе и в ВУЗе вызывает большие трудности у учащихся при переходе с одной ступени обучения на другую, приводит к необходимости расходования учебного времени на освоение элементарных основ современных компьютерных технологий. Отсутствие единой политики в области оснащения техническими и программными средствами в угоду сиюминутной выгоде иницирует использование устаревших информационных технологий, является препятствием для включения в мировую образовательную систему. Очень серьезным моментом, связанным с использованием низкосортной вычислительной техники, является игнорирование вопросов экологической безопасности работы с компьютерами. Этому аспекту за рубежом уделяется серьезное внимание, расходуются значительные средства на проведение соответствующих научных исследований и практических мероприятий. Можно сформулировать следующие основные проблемы разработки и внедрения информационных технологий в образовании:

- преодоление углубляющегося разрыва между технологией создания компьютерных обучающих систем и методикой их использования в учебном процессе;
- создание под эгидой учебно-методических советов по направлениям подготовки специалистов и учебно-методических комиссий по специальностям методической системы

компьютерного образования с включением ее элементов в разрабатываемые и существующие стандарты специальностей;

- создание системы методических стандартов на различные типы вышеперечисленных компьютерных обучающих программ;

- создание под эгидой соответствующих подразделений Министерства образования и науки РФ и учебно-методических объединений научно, методически и экономически обоснованной системы разработки и внедрения компьютерных технологий (планирование, финансирование, разработка, тиражирование, распространение, сопровождение);

- акцентирование усилий на развитии творческих способностей учащихся, их самостоятельности, выработке индивидуального стиля деятельности, посредством создания условий свободного общения в мире коммуникаций, удаленного доступа к базам данных и знаний;

- разработка инфраструктуры обеспечения процесса информатизации высшего образования (подготовка кадров, методическое, техническое и инструментальное обеспечение);

Наиболее важным при использовании компьютерных технологий являются следующие педагогические требования, которые, с одной стороны, учитывают собственно педагогические (дидактические) положения (Анисимов и др., 2006), а, с другой, - особенности самой информатики (Роберт, 2010):

- целесообразность представления учебного материала с точки зрения его необходимости для целей дальнейшего обучения и / или практической деятельности;

- достаточность, наглядность, полнота, современность и структурированность учебного материала;

- многослойность представления учебного материала по уровню сложности;

- своевременность и полнота контрольных вопросов;

- интерактивность, возможность выбора режима работы с учебным материалом.

Переход к информационному обществу предполагает формирование информационной культуры как свода правил поведения в этом обществе, в коммуникационной среде, человеко-машинных системах, вписывающихся в мировую культуру человечества. Вхождение пользователя в мировую сеть позволяет получать огромные потоки информации, которая может быть предназначена и для идеологической обработки. В этой связи необходимо воспитывать корректное обращение с информационными ресурсами и прививать критическое отношение к получаемой информации. Информационное пространство российского образования должно отвечать национальным интересам и базироваться на традициях отечественной культуры. В противном случае молодежь попадает под влияние информационной среды, чуждой нашим интересам и зачастую преследующей корыстные цели. Это большой и специальный вопрос, но хотя бы кратко в обсуждении проблемы информационных технологий в образовании его нельзя не коснуться. Анализ посылов, которые содержат мировые средства массовой информации вообще и в ориентации на Россию в частности свидетельствует о серьезных рисках, сравнимых с рисками информационной войны (Кара-Мурза, 2002; Никандров, 2010). Технический прогресс остановить невозможно, и наряду с проникновением зарубежной техники происходит планомерное информационное идеологическое воздействие. Можно пойти по пути защиты от чуждой нам информации, для чего уже созданы соответствующие средства. Но часто обращается внимание на то, что подобные средства защиты могут вести к нарушению конституционных положений о свободе информации и запрете цензуры. Поэтому следует обратить особое внимание на информационную культуру педагога-воспитателя на всех уровнях непрерывного образования. Наблюдаются случаи отставания учителя в этом направлении от ученика, имеющего домашний компьютер, работающий в международной сети, причем число домашних пользователей стремительно растет. Это не означает, что проблема развития интеллекта учащихся может быть решена лишь средствами информатики. Но проблема развития интеллектуальных способностей личности смыкается уже сейчас с проблемой и практическими задачами информатизации образования. Использование различных форм представления информации - звук, изображение, удаленный доступ, обработка и хранение больших объемов информации) может и должно стать основой опережающего развития образования. Соответственно, необходимо управлять ходом информатизации образования.

Особое внимание следует уделить базовому компьютерному образованию. Требуется развития российский стандарт школьного образования по информатике. При этом «Информатика» в школе, также как и в вузе, где она уже является фундаментальной обязательной дисциплиной естественно-научного цикла, должна приобрести фундаментальный характер. Она не должна заслонять необходимость компьютерной поддержки преподаваемых школьных дисциплин. Важно напомнить, что в самих стандартах согласно Закону «Об образовании» (с учетом поправок) прямого перечня подлежащего усвоению содержания нет. Соответствующая информация содержится только в типовых учебных планах и программах, и, соответственно, требуется особое внимание при решении этих вопросов на уровне самих учебных заведений.

Базовая компьютерная подготовка позволит обеспечить стыковку отдельных ступеней образования. Поэтому требуется серьезная методическая и программно-техническая проработка

непрерывности образования (Просвиркин, 2007). Единство программ, учебников и требований по различным дисциплинам школ и вузов находится в противоречии с различным уровнем образования и развития учащихся, реальным наполнением оценок. Актуальным является дифференциация типов образования и обеспечение их соответствующими пакетами методических разработок. Открытие многочисленных профильных школ и классов, учебных заведений нового типа (гимназии, лицеи, колледжи), расширение системы «школа-вуз» требуют выделения различных профилей образования. Выделение типов образования и их методическое обеспечение позволяют реализовывать дифференцированный подход к учащимся. Разделение учащихся в одном учебном заведении по склонностям, способностям и возможностям требует одновременного использования нескольких программ.

Решение практических задач должно базироваться и на соответствующих научных разработках. Сюда можно отнести системный анализ развития и внедрения информационных технологий, разработку новых принципов организации вычислительного процесса, создание описания предметных областей и математических моделей возникающих при этом формализуемых и трудно формализуемых функциональных задач, разработку новых информационных процессов, проектирование и внедрение новых информационных технологий в виде интерактивных, аудио, видео, компьютерных, телекоммуникационных средств.

Эти разработки должны строиться на определенных теоретических позициях:

- последовательное эволюционное развитие сложившейся методологии образования за счет использования явных преимуществ компьютерных технологий (наглядность, возможность использования различных форм представления информации – звук, изображение, удаленный доступ, обработка и хранение больших объемов информации);
- развитие концепций создания и отбора данных и знаний, принципов организации их обработки и обеспечение интеллектуального доступа к ним;
- соответствие формальной модели реальному представлению предметной области и возможностью перехода от представления предметной области к формальной модели за счет средств информационных технологий;
- широкое использование различных систем моделирования на основе средств информационных технологий для активного познания реального мира.

Следует еще раз подчеркнуть, что речь идет об управляемой информатизации, когда сверху задаются направления и стандарты (ограничения), в рамках которых может учитываться специфика информатизации регионов. Создание единой образовательной среды возможно при решении следующих проблем:

1. Интеграция российской системы образования в мировую систему;
2. Введение в действие государственных и отраслевых стандартов в области информатизации образования;
3. Введение государственной сертификации аппаратных и программных средств, рекомендуемых к использованию в учебном процессе. Подчеркнем, что неоднократные предложения об обязательности такой сертификации, с которыми выступала Российская академия образования еще в 1990-е годы, наталкивается на серьезное противодействие. Причины понятны, но последствия.

Эффективная разработка и внедрение новых информационных технологий в учебный процесс возможны только на основе использования технологических средств высокого уровня:

- средств автоматизированного синтеза компьютерных обучающих систем;
- проблемно-ориентированных экспертных систем-оболочек;
- визуальных конструкторов компьютерных обучающих программ;
- инструментальных программных средств моделирования элементов, сложных систем, конструкций, процессов для различных областей естествознания (физика, математика, биология, экономика, электроника и др.);
- методик оценки качества технических и программных средств учебного назначения;
- технологий тиражирования, распространения и внедрения программно-методических средств.

Необходимость качественной подготовки разработчиков информационных технологий в условиях модернизации страны не вызывает сомнений. В выступлении Президента Д.А. Медведева 13 мая 2010 г. на заседании Комиссии по модернизации и технологическому развитию экономики России было указано: «Суммарный доход от услуг, которые предоставляют системами связи третьего поколения в мире, составит более 300 миллиардов долларов. У нас с этим есть свои проблемы. Сегодня уже никому не нужно доказывать, что роль и место, которые занимает государство в мире, зависит и от степени развития информационных технологий. Для России это направление является приоритетным. Масштабы информатизации в скором времени будут определять и уровень жизни в нашей стране. Надо разработать общие подходы, концепцию инновационной системы в сфере телекоммуникаций и IT-технологий. Можно было бы подключить к её созданию ведущие телекоммуникационные компании и высшие учебные заведения страны, а

также академическую науку, предусмотрев при этом и меры для устойчивого финансового обеспечения развития отрасли и привлечения частного капитала, что, на мой взгляд, может быть, ещё более важно. Для продвижения отечественной продукции на мировом рынке надо разрабатывать и предлагать отечественные стандарты и протоколы связи и передачи данных.

Реализация проектов должна предусматривать использование самого конкурентоспособного отечественного оборудования, самых современных космических и телекоммуникационных технологий» (www.rg.ru/2010/05/14/modern.html). Важность этих задач Президент подчеркнул тем, что вышеприведенное высказывание содержится даже в его общедоступном блоге (10.10.2010).

Требованиям качественной подготовки разработчиков информационных технологий должна отвечать совокупность направлений, представленных в Приказе Министерства образования и науки РФ от 17 сентября 2009 года № 337. К сожалению, подготовка на уровне специалистов здесь не предусмотрена.

При переходе к уровневой подготовке полезно определить место принятых направлений в соответствующей области международной системы образования. Предложенные направления подготовки бакалавра и магистра вписываются в международную систему классификации. Конкретная целевая направленность подготовки бакалавров и магистров должна раскрываться с учетом потребностей работодателей. По направлению «Информатика и вычислительная техника» в настоящее время подготовка бакалавров предусматривается по следующим профилям:

- Вычислительные машины, комплексы, системы и сети;
- Автоматизированные системы обработки информации и управления;
- Системы автоматизированного проектирования;
- Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем;

- Высокопроизводительные вычислительные системы на базе больших ЭВМ;
- Системы автоматизированного проектирования в машиностроении;
- Системы автоматизированного проектирования в радиоэлектронике;
- Интегрированные автоматизированные информационные системы;
- Технологии разработки программного обеспечения;
- Модели, методы и программное обеспечение анализа проектных решений;
- Автоматизированное управление бизнес-процессами и финансами;

По направлению «Информационные системы и технологии» в настоящее время подготовка бакалавра может быть организована по следующим профилям:

- Информационные системы и технологии;
- Информационные технологии в образовании;
- Информационные технологии в дизайне;
- Информационные технологии в медиаиндустрии;
- Информационные системы и технологии в бизнесе;
- Информационно-управляющие системы;
- Безопасность информационных систем;
- Управление информационными ресурсами;
- Геоинформационные системы;
- Информационные системы и технологии на транспорте;
- Информационные системы и технологии в космических исследованиях и проектах;
- Информационные системы и технологии в военном деле;
- Информационные системы и технологии в медицине;
- Информационные системы и технологии в химии;
- Информационные системы и технологии в экологии;
- Информационные системы и технологии в сфере сервиса;
- Информационная поддержка нанотехнологий;
- Информационные технологии в социальных системах.

И, разумеется, перечень этот не закрыт и будет расширяться. Число профилей подготовки магистра определяется тематикой магистерских диссертационных работ, эта проблема требует дальнейшего решения. Выпускник-магистр – это элитный специалист, научный работник, преподаватель. Соответственно к этим выпускникам предъявляются разные требования, что можно отобразить в содержании профиля выпускника магистратуры. Это позволит подготовить научных работников и преподавателей со значительной фундаментальной базой, адаптированных к требованиям профессии. Сочетание подготовки бакалавров и магистров и подготовки специалистов (для отдельных предметных областей) позволит сохранить национальные традиции российского образования и одновременно приблизить его к мировой образовательной системе.

СПИСОК ЛИТЕРАУРЫ

1. Анисимов В.В., Грохольская О.Г., Никандров Н.Д. Общие основы педагогики. – М.: Просвещение, 2006. – 574 с.
2. Кара-Мурза С.Г. Манипуляция сознанием. – М.: ЭКСМО-Пресс, 2002. – 832 с.

3. Никандров Н.Д. Идеология и идеологическое воспитание: есть ли они, нужны ли они сегодня? // Родная Ладога. – 2010. – № 3. – С.59-76.
4. Просвиркин В.Н. Преемственность в системе непрерывного образования: теория и технология. – М.: РАО, МПСИ, 2007. – 416 с.
5. Роберт И.В. Теория и методика информатизации образования (психолого-педагогический и технологический аспекты). – М.: Институт информатизации образования РАО, 2010. – 356 с.
6. Советов Б. Я. Информационная технология: Учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1994.- 368 с.
7. Якунин В.И., Багдасарян В.Э., Сулакшин С.С. Новые технологии борьбы с российской государственностью. – М.: ЭКСМО, 2010. – 432 с.

Вус М.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
К ВОПРОСУ О РАБОТЕ НАД РЕКОМЕНДАЦИЯМИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ И
ГАРМОНИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ
В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Введение

Основным содержанием развития человечества на рубеже XX – XXI веков считается переход к постиндустриальной стадии развития в форме информационного общества. Важнейшим результатом формирования информационного общества стало возникновение глобального информационного пространства, в котором развернулась острая борьба за достижение информационного превосходства. Информационная сфера является весьма чувствительным фактором жизнедеятельности общества. Развитие глобальных сетей постоянно сопровождается возникновением проблем, требующих осмысления. Повсеместно и объективно растут техногенные факторы и связанная с этим уязвимость.

Информационная безопасность тесно связана с обеспечением государственного суверенитета, национальной безопасности, социально-экономической стабильности и интересов граждан. Формирование системы международной информационной безопасности определяется уровнем политического доверия между правительствами государств мира. Вследствие этого очевидна необходимость ведения международного диалога по этим вопросам; разработка и совершенствование договоров и соглашений, национального и международного законодательств в области информационной безопасности.

В настоящее время обеспечение информационной безопасности на пространствах СНГ осуществляется на основе Концепции сотрудничества государств – участников Содружества Независимых Государств в сфере обеспечения информационной безопасности, принятой Советом глав государств Содружества Независимых Государств в Бишкеке 10 октября 2008 г. Методическое обеспечение и координация работ по тематическим направлениям обеспечения информационной безопасности возложены на Координационный совет государств – участников СНГ по информатизации при Региональном содружестве в области связи и Межпарламентскую Ассамблею государств – участников СНГ.

Работы по сравнительному анализу законодательств государств –участников СНГ, регламентирующих обеспечение информационной безопасности, проводились ФГУП ВНИИПВТИ – головной организацией по научному обеспечению вопросов информационной безопасности государств – участников Координационного совета.

Планом работы Экспертного совета МПА СНГ на 2011–2013 гг. предусмотрены проведение исследования по имплементации модельных законов, принятых МПА СНГ в сфере информатизации и связи в государствах–участниках СНГ (исполнитель – ФГУ «Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации») и разработка проекта Рекомендаций по совершенствованию и гармонизации национального законодательства государств – участников СНГ в сфере обеспечения информационной безопасности (исполнитель – Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН).

1. Общая характеристика проблемы

Информационная безопасность – многогранная, сложная и комплексная проблематика. Широкий спектр охватываемых ею разноплановых проблем включает вопросы защиты информации и институты тайн, неприменение Интернета в военных целях, обеспечение кибербезопасности, стабильности и устойчивости функционирования критических инфраструктур, обеспечения права человека на защиту персональных данных и защиту интеллектуальной собственности, предотвращение использования контрафактной продукции при использовании Интернета, регулирование отношений в социальных сетях и др.

В силу отмеченного правовые нормы, опосредующие сферу информационной безопасности, весьма разнообразны и в национальных законодательствах содержатся во многих нормативно-правовых актах.

Все государства СНГ сегодня активно формируют свою информационную сферу, в том числе её нормативно-правовую составляющую. Анализ мировых тенденций формирования глобального информационного пространства дает основание полагать, что проблема обеспечения

информационной безопасности при этом является одной из наиболее актуальных. В силу этого необходим, в частности, постоянный стратегический анализ последствий внедрения ключевых ИКТ, как один из основных факторов обеспечения безопасности государства.

Международное сотрудничество в сфере информационной безопасности призвано обеспечить создание механизмов обеспечения устойчивого функционирования и безопасности использования глобальной информационной инфраструктуры и её национальных сегментов, безопасности информационных и телекоммуникационных технологий. Практика настоятельно требует развития и совершенствования сотрудничества в области противодействия преступлениям в сфере информационных технологий. Становится все более очевидным, что без серьезного научного сопровождения в деле обеспечения информационной безопасности не обойтись.

За последние годы появились новые виды компьютерной информации, нуждающиеся в правовой защите, возникли новые виды преступных деяний, наблюдается стремительное проникновение информационных технологий в общеуголовную преступность. Масштабы и социальная опасность преступлений, совершаемых с использованием современных информационных технологий, в различных областях жизнедеятельности общества и государства продолжают увеличиваться. Киберпреступность представляет серьезную угрозу стабильности – в самом широком понимании этого термина: и социальной, и экономической, и государственной. И в то же время, как отмечается специалистами, единого международного правового поля, в рамках которого можно было бы качественно и быстро взаимодействовать в борьбе с IT-преступностью, не существует.

Вопросы противодействия угрозам киберпреступности, включая кибертерроризм, достаточно широко обсуждаются на различных международных форумах. Информационно-коммуникационные технологии являются эффективным инструментом содействия делу мира, безопасности и стабильности, укрепления демократии, социальной сплоченности граждан, надлежащего управления и верховенства права на национальном, региональном и международном уровнях. В то же время современные информационные технологии интенсивно используются для подготовки, планирования и осуществления террористических актов, вербовки новых членов террористических организаций, пропаганды экстремистской, в том числе, террористической идеологии.

Для продолжения интенсивного развития информационного общества необходимо обеспечить эффективное противодействие угрозам использования современных информационных технологий для нарушения международного мира и безопасности, совершения преступлений, подготовки и осуществления террористических актов, распространения террористической идеологии и практики разрешения противоречий общественного развития.

2. Международные инициативы и сотрудничество

Сегодня международная информационная безопасность рассматривается как один из ключевых элементов системы международной безопасности. На протяжении ряда лет по инициативе Российской Федерации Генеральная Ассамблея ООН принимает резолюции «Достижения в сфере информатизации и телекоммуникаций в контексте международной безопасности». В рамках проблематики международной информационной безопасности традиционно рассматривается противодействие трем основным угрозам: военно-политического, криминального и террористического характера.

В июле 2009 г. в Екатеринбурге государства – члены Шанхайской организации сотрудничества (ШОС), пять из которых являются участниками СНГ, стремясь ограничить угрозы международной информационной безопасности и обеспечить свои интересы в сфере информационной безопасности, заключили межправительственное соглашение о сотрудничестве в этой сфере. Ключевым элементом этого соглашения являются согласованные: перечень основных понятий в области обеспечения международной информационной безопасности и перечень основных видов угроз в области международной информационной безопасности, описывающий их источники и признаки. Принципиально важным представляется то обстоятельство, что участники соглашения ШОС не ограничились угрозами криминогенного и террористического характера. В числе основных угроз названы, например, «использование доминирующего положения в информационном пространстве в ущерб интересам и безопасности других государств» и «распространение информации, наносящей вред общественно-политической и социально-экономическим системам, духовной, нравственной и культурной среде других государств».

Созданный в апреле 2010 г. в Гармиш-Партенкирхен (Германия) Международный исследовательский консорциум информационной безопасности (МИКИБ), «стремясь объединить свои научные и экспертные потенциалы для изучения проблем международной информационной безопасности», поставил стратегической целью сотрудничества выработку международного кодекса поведения для киберпространства, соответствующих стандартов, «правил дорожного движения в киберпространстве», принятие и легитимацию общих ценностей, которые стали бы для всех очевидными. Основатели МИКИБ особо отметили важность начать обсуждение терминологии в области международной информационной безопасности. Это должно позволить при обсуждении

существующих проблем разговаривать на одном языке. (Определенный задел в этом направлении есть, в частности, в ОДКБ. В этих работах принимал участие СПИИРАН.)

3. Рекомендации «первой очереди»

Главная цель совершенствования законодательства в области информационной безопасности – повышение уровня обеспечения национальной и международной информационной безопасности государств–участников СНГ.

Формирование единого информационного пространства СНГ с необходимостью требует выработки и реализации согласованной политики и совместных мер по совершенствованию информационной безопасности. Это предполагает принятие согласованных мер по сближению и унификации национальных законодательств государств – участников СНГ в информационной сфере, обеспечение соответствия национальных законодательств международным договорам. При этом гармонизация законодательства должна отвечать интересам государств – участников СНГ в защите конституционного строя, обеспечении суверенитета, территориальной целостности, политической, экономической и социальной стабильности, законности и поддержания правопорядка, в развитии взаимовыгодного сотрудничества на путях формирования информационного общества.

С позиций комплексного подхода проблемы информационной безопасности и информационного взаимодействия необходимо рассматривать на всех уровнях регулирования. При этом определяющим в контексте межгосударственного сотрудничества является политико-правовой уровень. Представляется, что без конвенциональных соглашений в области обеспечения информационной безопасности межгосударственное сотрудничество в направлении совершенствования и гармонизации законодательства в информационной сфере будет недостаточно конструктивным и малопродуктивным.

Еще в 1993 г. СПИИРАН был разработан проект Конвенции для ООН о запрещении военного или любого иного враждебного использования методов и средств воздействия на инфосферу. Конвенцией, в частности, предусматривается задать реестр критических и стратегических оборонных систем, на которые распространяются обязательства государств – участников Конвенции. В контексте международной информационной безопасности, «осознавая постоянно возрастающую опасность угроз в сфере информационной безопасности, признавая, что научно технические достижения могут открыть новые методы и средства негативного воздействия на инфосферу», продвижение (доработка и принятие) такого рода Конвенции и сегодня представляется актуальной задачей.

В свете обсуждения проблем укрепления информационной безопасности необходимо подчеркнуть: становится все более очевидным, что нужен постоянный стратегический анализ последствий внедрения ключевых ИКТ как один из основных факторов обеспечения безопасности. Как отмечено МИКИБ: «... государства решают текущие задачи своей безопасности, бизнес-структуры решают проблемы прибыли, но мало кто заботится о проблемах общества в целом. Ни одна из международных структур (НАТО, ШОС, ОДКБ, СНГ) не решают проблемы экспертизы и прогнозирования влияния ИКТ на информационную безопасность общества».

Принимая во внимание процессы развития социальных сетей и их становящуюся все более заметной роль, следует обратить внимание на проблемы правового обустройства таких сетей. Особого внимания требуют проблемы информационной безопасности, и особенно – «психологической безопасности» подрастающего поколения, «имеющего дело» с Интернетом. В качестве одной из задач, в целях борьбы с киберпреступностью, представляется актуальной также выработка совместных подходов к принципам снижения уровня анонимности в Интернет.

Учитывая большой массив принятых в разное время законодательных и нормативных актов для МПА СНГ, ведущиеся работы по разработке Модельного информационного кодекса весьма актуальна сегодня задача анализа понятийного аппарата, как модельного, так и национальных информационных законодательств. В аспекте разработки терминологических проблем законодательства об информационной безопасности актуально, в частности, научное обсуждение содержания таких, например, базовых терминов, как: «информационная безопасность», «кибербезопасность», «компьютерная безопасность», «сетевая безопасность», «коммуникационная безопасность», «электронная безопасность» и др.

В принципиальном плане представляется актуальной (исходя из парадигмы «общие лексические формы – это базис для международного взаимопонимания») проработка вопроса о возможности присоединения всех государств – участников СНГ к Соглашению ШОС о сотрудничестве в области обеспечения международной информационной безопасности. Членами ШОС являются сегодня пять государств СНГ: Республика Казахстан, Кыргызская Республика, Российская Федерация, Республика Таджикистан и Республика Узбекистан. В то же время термины и их определения, приведенные в Соглашении ШОС 2009 г. и в тексте утвержденной ранее, в 2008 г. Концепции сотрудничества государств – участников Содружества Независимых Государств в сфере обеспечения информационной безопасности, не полностью совпадают. При этом перечень видов угроз в области информационной безопасности в Соглашении ШОС строже структурирован и приведен с указанием их источников и признаков. В силу этого имплементация в национальные законодательства

государств СНГ понятий из области обеспечения международной информационной безопасности представляется конструктивной.

Заключение

Сегодня в свете задачи совершенствования и гармонизации национального законодательства государств – участников СНГ в сфере информационной безопасности представляется актуальной более тесная координация научно-исследовательского сотрудничества в рамках Содружества. Объединение научных и экспертных потенциалов государств – участников СНГ для изучения проблем информационной безопасности, проведение совместных исследований учеными и специалистами разных стран по грантам международного сообщества, заинтересованных государств или международных организаций. Зачастую на практике вопросы информационного законодательства прорабатываются по отдельности и нередко слабо связанными друг с другом коллективами исполнителей. Большое значение также имеет продвижение результатов проводимых исследований с помощью публикационной деятельности в направлении государственных органов, занимающихся подготовкой предложений лицам, принимающим решения.

В заключение следует отметить, что в силу своей неординарности гармонизация нормативно-правовой и неразрывно связанной с ней нормативно-технической базы обеспечения информационной безопасности должны являться непрерывным многоуровневым процессом. Многие задачи в силу их формальной сложности «вручную» удовлетворительно не могут быть решены. Необходима технологическая поддержка в виде средств автоматизации анализа и оценки угроз информационной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юсупов Р.М. «О проблемах информационной безопасности в международном сотрудничестве» // Материалы Международной парламентской конференции «ОБСЕ и СНГ: Новые возможности и перспективы. Астана, Мажилис Парламента Республики Казахстан, 2011. С.42–44.
2. Бачило И.Л. «О безопасности социальных сетей в региональном и национальном законодательстве государств – участников ОДКБ. // Там же, С. 86–90.
3. Вус М.А. О гармонизации законодательства по защите информации в государствах – участниках Межпарламентской Ассамблеи СНГ // Труды Санкт-Петербургской межрегиональной конференции «Информационная безопасность регионов России (ИБРР–2009). – СПб.: СПОИСУ, 2010. С. 40–44.
4. Вус М.А., Макаров О.С. «К вопросу об унификации законодательства стран ОДКБ в сфере оборота сведений, составляющих государственную тайну (государственные секреты)» // Управление защитой информации (г. Минск), 2010, Том 14, № 3. С. 344–353.

Зубков Ю.С., Шубина Н.И.

Россия, Санкт-Петербург, Комитет по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга ПЛАНИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ВЕДЕНИЕ ОБЩЕГОРОДСКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ ОБЪЕКТОВ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ ОБЩЕГОРОДСКОЙ ПРОГРАММЫ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ

1. Формирование нормативно-правовой базы лингвистического обеспечения.

Постановлением Правительства Санкт-Петербурга от 30.09.2005 №1491 было утверждено Положение о системе классификаторов исполнительных органов государственной власти города (далее – ИОГВ), заложившее основы формирования и ведения единой информационно-справочной системы классификаторов Санкт-Петербурга, а также функции уполномоченного органа – Информационно-аналитического центра Комитета по информатизации и связи по разработке и ведению общегородских классификаторов. При этом классификатор был определен как нормативный документ, представляющий систематизированный свод кодов, наименований и группировок объектов классификации. Тем самым устранялась основа до сих пор не утихшей полемики по поводу соподчиненности понятий «справочник» и «классификатор» Постановление Правительства Санкт-Петербурга определило начальный перечень общегородских классификаторов и ИОГВ, ответственные за их разработки в соответствии со своими предметами ведения, в том числе Комитет по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга.

Положение о разработке, принятии, ведении и применении общероссийских классификаторов технико-экономической и социальной информации в социально-экономической области было утверждено постановлением Правительства РФ от 10 ноября 2003 года №677. Однако, еще раньше в порядке подготовки начального этапа перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу [1] распоряжение Администрации Санкт-Петербурга от 17.10.2001 №1024-ра утвердило «Временное положение об информационном взаимодействии исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга между собой и с органами местного самоуправления в Санкт-Петербурге». На базе этого Положения была организована разработка и сопровождение Единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации, обеспечено ведение ее классификаторов, а также Единого реестра информационных ресурсов и информационных систем Санкт-Петербурга.

Распоряжением Губернатора Санкт-Петербурга от 31.12.1997 №1356-р «О порядке взаимодействия структурных подразделений Администрации Санкт-Петербурга при учете объектов недвижимости» была установлена структура адреса объекта недвижимости и его классификаторов, включающая обобщающие названия и кодов поселков, исторически сложившихся географических территорий, площадных объектов, названия и коды улиц, площадей, линий и т.п.

По инициативе Администрации города с конца 1996 года началась разработка Стратегического плана Санкт-Петербурга. Было сформировано 17 тематических комиссий для подготовки предложений по стратегическим направлениям развития города. В роли комиссии по направлению «Улучшение качества управления городом и регионом» выступил Научный совет по информатизации Санкт-Петербурга. В мероприятие «Создание системы государственных и территориальных кадастров, регистров и баз данных» были включены в качестве системообразующих компонентов единые картографическая основа и классификаторы. К сожалению, реализация Стратегического плана не получила развития, но она сыграла роль стартовой площадки для структурирования системы информационного обеспечения органов государственной власти города и, в частности, для формирования средств лингвистического обеспечения.

2. Начальные стадии информационного обеспечения градостроительной деятельности.

К началу формирования системы разработки и ведения общегородских классификаторов Санкт-Петербурга процесс информационного обеспечения градостроительной деятельности на федеральном уровне и в Санкт-Петербурге дал возможность Комитету по градостроительству и архитектуре (далее – КГА) включиться в создание системы общегородских классификаторов.

Градостроительный кодекс РФ от 08.04.1998 утвердил понятие о Государственном градостроительном кадастре (ГГК) – государственной информационной системе сведений, необходимых для осуществления градостроительной деятельности. Была определена и структура новой информационной системы, но в Положении о ведении государственного градостроительного кадастра, его содержание и соподчиненность элементов структуры были даны только вербально. Единственное упоминание о лингвистическом обеспечении имело следующий вид: «в градостроительный кадастр могут включаться классификаторы, перечни кодов, справочники, адреса и реквизиты других информационных систем, которые содержат сведения по вопросам градостроительства».

В Санкт-Петербурге разработка системы информационного обеспечения градостроительной деятельности началась с распоряжение мэра Санкт-Петербурга от 13.12.1993 «О территориальном кадастре Санкт-Петербурга». В числе первых работ КГА в этом направлении были организация ведения электронных версий словарей и классификаторов градостроительной деятельности (1995 год), подготовка и выполнение приказа КГА от 24.12.1998 «О внедрении системы классификации и кодирования градостроительной информации» и проведение опытной эксплуатации классификатора градостроительного зонирования территории Санкт-Петербурга» в 1999 году.

Новый Градостроительный Кодекс РФ, одобренный Советом Федерации 24.12.2004, заменил наименование и структуру ГГК на Информационную систему обеспечения градостроительной деятельности (ИСОГД), определив ее как систематизированный свод документированных сведений, необходимых для осуществления градостроительной деятельности [2]. Была установлена структура ИСОГД: сведения о документах, дела о застроенных и подлежащих застройке земельных участках, иные документы и материалы.

Лингвистическое обеспечение было включено в перечень средств обеспечения ИСОГД, устанавливаемый Правительством РФ. Соответствующее постановление Правительства РФ от 09.06.2006 №363 обязало Министерство регионального развития РФ разработать и утвердить Положение о системе классификации и кодирования для обеспечения единства лингвистических средств автоматизированных ИСОГД, а Правительство Санкт-Петербурга постановлением от 19.12.2006 №1599 (далее – постановление 1599) утвердило Положение о порядке ведения ИСОГД на территории Санкт-Петербурга и структуру ИСОГД с учетом особенностей города федерального значения:

- документы территориального планирования Санкт-Петербурга;
- правила землепользования и застройки; документация по планировке территорий Санкт-Петербурга;
- изученность природных и техногенных условий;
- изъятие и резервирование земельных участков для государственных нужд;
- застроенные и подлежащие застройке земельные участки;
- геодезические и картографические материалы;
- иные документы и материалы [3].

Выполняя поручение Правительства, Министерство регионального развития РФ разработало и приказом от 30.08.2007 №85 (далее – приказ 85) утвердило Положение о системе классификации и кодирования, используемой при ведении книг, входящих в состав ИСОГД.

3. Формирование правовой, методической и технологической базы создания и актуализации общегородских классификаторов Санкт-Петербурга.

В порядке выполнения упомянутого в начале статьи постановления Правительства Санкт-Петербурга стала формироваться единая информационно-справочная система классификаторов ИОГВ Санкт-Петербурга. Еще в процессе согласования постановления от ИОГВ Санкт-Петербурга потребовалось определить свои потребности в общегородских классификаторах объектов своей деятельности. Постановление содержало требование сформировать и представить в Комитет по информатизации и связи (КИС) заявки с перечнем классификаторов, подлежащих разработке, утверждению и введению в действие в качестве общегородских классификаторов Санкт-Петербурга в 2006 году.

Были утверждены «Типовые требования к разработке общегородских классификаторов Санкт-Петербурга» (2006), определяющие состав выходных документов, обоснование необходимости разработки, исходное множество объектов классификации, состав структурных блоков (идентификаторов наименований, событий, ссылок), содержание Положения о ведении общегородского классификатора, методы кодирования и классификации, обеспечивающие один из способов разбиения множества: деление заданного множества последовательно на подчиненные подмножества, либо на независимые подмножества по различным признакам классификации.

4. Организация разработки классификаторов объектов градостроительной деятельности в системе общегородских классификаторов исполнительных органов государственной власти.

При согласовании упомянутого в начале статьи проекта постановления Правительства Санкт-Петербурга каждый орган государственной власти был должен представить в КИС заявки на разработку общегородских классификаторов по профилю своей деятельности. Заявка КГА включала 5 классификаторов, из которых впоследствии для пилотного проекта были выбраны классификатор Информационной системы обеспечения градостроительной деятельности (далее – ГК ИСОГД) для гармонизации с аналогичным классификатором федерального уровня согласно «Положению о системе классификации», утвержденному приказом №85, а также классификатора градостроительного зонирования и предельных параметров объектов недвижимости для территориальной части «Правил землепользования и застройки Санкт-Петербурга» (далее – ГК ГЗ). После утверждения технического задания основным препятствием для разработки классификаторов в рамках государственного заказа оказалось отсутствие нормативов стоимости разработки. В связи с этим оценка стоимости пилотного проекта для его финансирования была определена по аналогии, а его фактическая стоимость была включена в состав исходных данных для разработки нормативов Управлением тарифной политики. Оба классификатора были выполнены в соответствии с упомянутыми Типовыми требованиями, включены в состав базы данных общегородских классификаторов и в сентябре 2008 года размещены на Портале информационного взаимодействия Комитета по информатизации и связи Санкт-Петербурга (<http://portal.iac.spb.ru>).

В процессе развития нормативной и методической баз создания и ведения общегородских классификаторов Санкт-Петербурга было установлено, что оценка стоимости по матрице «количество позиций» – «количество элементов позиции» не позволяет учитывать специфику трудоемкости внесения изменений (актуализации) классификаторов. Потребовалась разработка специального разъяснения уполномоченного органа по ведению общегородских классификаторов Санкт-Петербурга, в котором были учтены трудоемкости всех видов операций как с элементами перечня позиций при создании и актуализации классификатора, так и с элементами таблицы хронологий при актуализации.

5. Общие сведения о структуре проектов общегородских классификаторов объектов градостроительной деятельности.

Типовыми требованиями к разработке общегородских классификаторов была установлена следующая структура:

- блок идентификаторов (идентификатор исторического состояния позиции, код фасета, код объекта);

– блок наименований – полное наименование; дата актуализации наименований (официальная дата ввода объекта классификации в состав классификатора или дата ввода текущих изменений в позиции классификатора); дата деактуализации наименований (официальная дата прекращения существования объекта классификации в составе классификатора или дата ввода изменений в позиции классификатора); статус записи – признак состояния информации в позиции классификатора, принимающий значения: А – актуальное, Н – историческое, F – ошибочное, V – временное;

- блок событий (код события, дата события, номер изменения документа);
- блок ссылок (идентификаторы родоначальника, предка, наследника).

6. Общегородские классификаторы объектов градостроительной деятельности, включенные в базу данных «Система классификаторов исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга» и размещенные на Портале информационного взаимодействия

6.1. Общероссийский классификатор информационной системы обеспечения градостроительной деятельности на территории Санкт-Петербурга, регистрационный №ГК ИСОГД 0067-08 гармонизирован со справочниками ИСОГД в Положении о системе классификации и кодирования, утвержденными приказом 85 и постановлением 1599. Два знака кода его раздела в ИСОГД соответствуют номерам раздела по приказу 85 и по постановлению 1599. Для всех позиций признак уровня правовых актов имеет одно из двух значений: Ф – федеральный, С – субъекта РФ.

Последний раздел структуры ИСОГД Санкт-Петербурга «Иные документы и материалы» содержит копии следующих документов:

- региональные нормативы градостроительного проектирования, применяемые на территории Санкт-Петербурга;
- проекты границ земельных участков, утвержденных в установленном порядке;
- проектная документация объектов капитального строительства, используемая для повторно применения по предложениям ИОГВ Санкт-Петербурга;
- технические регламенты;
- иные документы «иные в ином».

Содержание раздела, принятое по рекомендации Госстроя России и неучтенное в постановлении Правительства РФ от 09.06.2006 №363, позволило дополнить иерархическую структуру ИСОГД Санкт-Петербурга фасетной подсистемой классификаторов реальных объектов градостроительной деятельности субъектов РФ, не упомянутых в разделах Кодекса и постановления Правительства РФ 363. В следующем разделе даны примеры гармонизации таких классификаторов с ГК ИСОГД 0067-08.

6.2. Общероссийские классификаторы разделов ИСОГД Санкт-Петербурга.

6.2.1. Общероссийский классификатор градостроительного зонирования и предельных параметров объектов недвижимости для Территориальной части Правил землепользования и застройки Санкт-Петербурга, регистрационный №ГК ГЗ 68-08 предназначен для использования при ведении учетной и статистической документации городских служб, относящейся к Правилам землепользования и застройки Санкт-Петербурга. Объектами классификации ГК ГЗ являются сведения о карте градостроительного зонирования, отображаемых на ней зонах и территориях и их параметрах, в том числе информация градостроительных регламентов и устанавливаемых в их составе видах разрешенного использования земельных участков, предельных минимальных и (или) максимальных размеров земельных участков, предельных параметров разрешенного строительства, реконструкции объектов капитального строительства, ограничений использования земельных участков и объектов капитального строительства. Гармонизирован с общероссийским классификатором ИСОГД: коды позиций «Карты градостроительного зонирования» (1) и «Градостроительные регламенты» (2) соответствуют кодам позиций 20300 и 20401 фасета 5 ГК ИСОГД 0067-08. Классификатор подлежит актуализации в связи с решением Санкт-Петербургского городского суда от 20.12.2010 об отмене положений Закона (О Правилах землепользования и застройки Санкт-Петербурга) и Закона «О границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга и режимах использования земель в границах указанных зон» о локальных высотных доминантах в зоне регулируемой застройки.

6.2.2. Общероссийский классификатор проектов планировки территории Санкт-Петербурга (включая проекты межевания), регистрационный № ГК ППТ 0079-09 предназначен для использования при ведении учетной и статистической документации городских служб, относящейся к вопросам подготовки и согласования документации по планировке территории Санкт-Петербурга. Объектами классификации ГК ППТ являются информация о проекте планировки, материалах по обоснованию проекта, проекте межевания территорий, правовых актах Комитета по градостроительству и архитектуре и Правительства Санкт-Петербурга, относящихся к разработке и утверждению проекта, и об исходных данных для проектирования. Гармонизирован с общероссийским классификатором ИСОГД: коды позиций «Основная часть проекта планировки» (3000), «Чертеж (чертежи) проекта планировки территории» (3100) и «Проект межевания территорий» (5000) соответствуют кодам позиций 30100, 30103 и 30107 фасета 5 ГК ИСОГД 0067-08.

По плану развития информационно-технологической системы КГА на 2011 год классификатор подлежит актуализации с учетом изменений формы электронной версии документации по планировке территории Санкт-Петербурга.

6.2.3. Общероссийский классификатор функционального зонирования территории Санкт-Петербурга, регистрационный №ГК ФЗ 0080-09 используется в мероприятиях по развитию функционально-планировочной структуры города. Объектами классификации ГК ФЗ являются функциональные зоны и территории, планируемые для их развития за пределами расчетного срока. Функциональное назначение зон (по видам), соотношение их площадей, сведения о планировании территорий для их развития. Гармонизирован с общероссийским классификатором ИСОГД: коды позиций «Положение о территориальном планировании Санкт-Петербурга» (Фасет 2) и «Карта границ функциональных зон с отображением параметров планируемого развития указанных зон и границ

Санкт-Петербурга» (Фасет 7) соответствуют кодам позиций 10602 и 10604 фасета 5 ГК ИСОГД 0067-08.

При актуализации классификатора в 2011 году в описание функциональных зон, установленных Генеральным планом, и территорий, планируемых для развития функциональных зон за пределами расчетного срока Генерального плана, была непосредственно включена семантика геоинформационных слоев в редакции Генерального плана в 2005, 2008 и 2010 годах (свыше 21000 позиций).

6.2.4. Общегородской классификатор объектов внешнего благоустройства Санкт-Петербурга, регистрационный №ГК ОВБ 0078-09 предназначен для использования при ведении учетной и статистической документации городских служб, относящейся к вопросам административной ответственности за совершение правонарушений в сфере благоустройства, комплексной оценки эстетического состояния городской среды, разработки единой системы нормативной документации в области внешнего благоустройства, организации ремонта, переоборудования, окраски, содержания фасадов зданий и сооружений. Объекты классификации ГК ОВБ определяются правовыми актами Правительства Санкт-Петербурга «О содержании и ремонте фасадов зданий и сооружений, контроле за состоянием внешнего благоустройства, административных правонарушениях в сфере благоустройства Санкт-Петербурга». Гармонизирован с общегородским классификатором ИСОГД: код 080501 классификатора ГК ОВБ 0078-09: в структуре ГК ИСОГД 0067-08 означает раздел 08 «Иные документы и материалы» (Градостроительный Кодекс РФ – 2004, Ст.56, п.4, пп.3), подраздел 05 – «Иные документы (Положение о ИСОГД СПб, п.2.2.)», 01 – порядковый номер документа. В 2010 году была проведена актуализация классификатора с заменой содержания фасета «Зонирование территорий» ссылкой на общегородской классификатор границ зон охраны объектов культурного наследия и режимов использования земель (см. 6.2.5.). Очередная актуализация классификатора требуется для приведения его структуры в соответствие с новым порядком взаимодействия структурных подразделений и подведомственных учреждений КГА при подготовке и согласовании документации на объекты внешнего благоустройства.

6.2.5. Общегородской классификатор границ зон охраны объектов культурного наследия и режимов использования земель в границах указанных зон на территории Санкт-Петербурга, регистрационный №ГК ЗРОКН 0081-10 предназначен для использования при ведении учетной и статистической документации городских служб, относящейся к сведениям приложений №1 и №2 Закона Санкт-Петербурга от 19.01.2009 года №820-7 «О границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга и режимах использования земель в границах указанных зон» и о внесении изменений в закон Санкт-Петербурга «О генеральном плане Санкт-Петербурга и границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга», а также приложения №1 к Режимам использования земель в границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга (исторически ценные градоформирующие объекты). Объектами классификации ГК ЗРОКН являются: требования к границам зон и режимам использования земель; площадные объекты (территории районов и групп районов, территории групп городов-поселков, объекты зон охраны); участки, режимы и особые требования в зонах охраны; характеристики исторически ценных градоформирующих объектов. Гармонизирован с общегородским классификатором ИСОГД: код 080502 классификатора ГК ЗРОКН 0081-10 в структуре ГК ИСОГД 0067-08 означает раздел 08, подраздел 05 «Иные документы и материалы» (см. раздел 6.2.4.), 02 – порядковый номер документа. Классификатор подлежит актуализации в связи с решением Санкт-Петербургского городского суда об отмене положений Закона «О границах зон охраны объектов культурного наследия на территории Санкт-Петербурга и режимах использования земель в границах указанных зон» о локальных высотных доминантах в зоне регулируемой застройки (см. раздел 6.2.1).

7. Вопросы развития общегородских классификаторов объектов градостроительной деятельности Санкт-Петербурга.

Структура ИСОГД Санкт-Петербурга, утвержденная постановлением Правительства от 19.12.2006 №1599, состоит из 8 разделов. В настоящее время общегородские классификаторы объектов градостроительной деятельности Санкт-Петербурга содержат объекты четырех разделов ИСОГД, включая раздел «Иные документы и материалы», подраздел 5 которого открыт для любых объектов градостроительной деятельности, существующих де факто, но не включенных в систему классификации и кодирования ИСОГД. На очереди разработка классификаторов застроенных и подлежащих застройке земельных участков, изъятия и резервирования земельных участков, региональных нормативов градостроительного проектирования, применяемых на территории Санкт-Петербурга. Представляется целесообразным создание общегородского классификатора картографической информации Санкт-Петербурга, гармонизированного со сквозным общероссийским классификатором.

Развитие лингвистического обеспечения ИСОГД Санкт-Петербурга происходит в условиях административной реформы, в основные направления которой входит модернизация системы информационного обеспечения исполнительных органов государственной власти в процессе разработки и внедрения административных регламентов выполнения государственных функций (в

частности, установление порядка классификации объектов), а также предоставления услуг с использованием возможностей информационно-коммуникационных технологий [4], требования к которым установлены Федеральным Законом «Об организации предоставления государственных и муниципальных услуг» от 27.07.2010 №210-ФЗ.

Качество и сроки выполнения государственных функций и услуг в выполнении которых участвует ряд подразделений органа государственной власти согласно их регламентам, зависят от оперативности обмена данными, как между органами исполнительной власти, так и между его подразделениями. В соответствии с требованиями административной реформы Комитет по градостроительству и архитектуре, продолжая развитие общегородских классификаторов, приступил к созданию системы локальных классификаторов объектов, упомянутых в административных регламентах выполнения государственных функций и предоставления услуг.

Закключение

Рассмотренная в статье история взаимодействия двух исполнительных органов государственной власти Санкт-Петербурга – Комитета по информатизации и связи (КИС) и Комитета по градостроительству и архитектуре (КГА) – в области лингвистического обеспечения информационных систем охватывает период с начала перехода к рыночной экономике и создания информационной обеспечения системы Администрации губернатора Санкт-Петербурга до настоящего времени. В этом взаимодействии КИС выполнял свои функции создания Единой системы классификации и кодирования технико-экономической и социальной информации, а КГА – функции создания части этой системы, охватывающей объекты градостроительной деятельности. Оба участника использовали также развивающиеся нормативно-правовые базы соответствующих федеральных органов. Из анализа рассмотренных материалов следует вывод о том, что обе стороны выполнили свои задачи: уполномоченным органом КИС по ведению базы данных общегородских классификаторов была оказана необходимая методическая поддержка, КГА успешно выполнил пилотный проект двух классификаторов объектов градостроительной деятельности, затем разработал четыре и актуализировал три классификатора и представил их для размещения на Портале информационного взаимодействия исполнительных органов государственной власти. Было организовано обучение специалистов основных подразделений подготовке исходных данных для проектирования и подготовлена программа дальнейших работ, включающих создание как общегородских, так и локальных классификаторов с учетом требований административной реформы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юсупов Р.М., Советов Б.Я., Зубков Ю.С., Заболотский В.П. О стратегии перехода Санкт-Петербурга к информационному обществу. // Проблемы информатизации: теоретический и научно-практический журнал. Российская академия наук. Министерство науки и технологий Российской Федерации. М., 2001, вып.3. С. 7–12.
2. Береговских А.Н. Градостроительная документация // Управление развитием территории. Приложение к журналу «Информационный бюллетень ГИС – Ассоциации». М., 2008, №1. С.41–43.
3. Зубков Ю.С. От автономного развития к активному информационному взаимодействию отраслевых исполнительных органов власти и государственного архива // XI Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика – 2008 (РИ–2008)»: Труды конференции. СПб.: СПОИСУ, 2008, с.40–43.
4. Бачило И.Л. «Электронное правительство» и инновации в области государственных функций и государственных услуг // Научно-практический журнал «Информационные ресурсы России». М. 2010, №1. С.13–17.

Цыбатов В.А.

Россия, Самара, Самарский государственный экономический университет

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ

1. Основные проблемы регионального прогнозирования

Современное состояние российской и мировой экономики делает в высшей степени актуальной разработку прогнозных технологий, позволяющих адекватно оценивать перспективы и угрозы социально-экономического развития. На региональном уровне разработчики прикладных технологий прогнозирования сталкиваются со следующими проблемами:

1. Открытость региона «...региональной экономики не существует». Балансы материальных, финансовых и трудовых ресурсов замыкаются далеко за пределами региона, что не позволяет в полной мере воспользоваться балансовыми методами.
2. Принципиальная непредсказуемость будущего. Будущее непроницаемо, нам не дано «увидеть генератор мира» [1].
3. Отсутствие общепризнанного методологического обеспечения регионального прогнозирования. В научной и прикладной литературе нет практических рекомендаций по использованию тех или иных методов для прогнозирования регионального развития. Более того, нет даже конструктивной классификации существующих методов прогнозирования.

Первая проблема непреодолима по определению. Ее можно только ослабить, делая правдоподобные предположения о динамике сальдо материальных и финансовых связей региона с остальным миром по основным рынкам.

Вторая проблема также непреодолима. Нам остаются только следующие способы описания будущего: угадывание, аналогии, инерция, сценарии, имитация и планирование.

Для решения третьей проблемы сначала сделаем обзор и анализ существующих методов макроэкономического прогнозирования с использованием нового подхода к их классификации, далее, с учетом результатов анализа, будет предложена новая методология макроэкономического прогнозирования.

В настоящее время наряду со значительным числом опубликованных методов макроэкономического прогнозирования известны многочисленные способы их классификации. Авторы классификаций используют десятки признаков, формируя на их основе разнообразные классификационные схемы и деревья. Несмотря на многообразие этих схем и деревьев, полезной классификации методов макроэкономического прогнозирования до сих пор еще не создано. Причиной этого является использование авторами классификаций второстепенных признаков. Это все равно, что транспортные средства разделять на средства «для дальних поездок, для средних поездок, для ближних поездок», «с мягкими сиденьями, с жесткими сиденьями» и т.д.

Ниже предлагается новый подход к классификации методов прогнозирования. Как уже отмечалось выше, для описания будущего остаются только следующие способы: угадывание, аналогии, инерция, сценарии, имитация и планирование. В соответствии с этим классификацию методов макроэкономического прогнозирования можно поставить в зависимость от ответа на вопрос: **что** лежит в основе формирования прогнозной динамики основных показателей социально-экономического развития. Возможны следующие ответы на этот вопрос:

1. Экспертное мнение;
2. Исторические аналогии;
3. Инерция отчетного периода;
4. Расчет показателей по заданному сценарию;
5. Решение задачи нормативного прогнозирования;
6. Прямая имитация поведения экономических агентов;
7. Совместное решение оптимизационных задач поведения экономических агентов на динамических моделях общего равновесия (косвенная имитация).

Соответственно этому можно классифицировать методы макроэкономического прогнозирования на следующие семь классов.

1.1 Экспертные методы. Формируют динамику основных показателей социально-экономического развития

$$Z(t) = [z_1(t), z_2(t), \dots, z_n(t)] \quad (1)$$

на базе информации, которую поставляют специалисты-эксперты в процессе систематизированных процедур выявления и обобщения экспертных мнений. Учитывая, что мнения экспертов по тем или иным вопросам часто не совпадают и могут быть даже диаметрально противоположными, для уменьшения расхождений и повышения точности прогнозов применяются способы, направленные на достижение согласия сторон (например, метод Дельфи). Более современная методология Форсайт формирует прогнозное видение на основе организации специального творческого процесса, направленного на создание у участников общего видения будущего, которое стремятся поддержать все заинтересованные стороны своими сегодняшними действиями [2]. Эта методология связана не с предсказанием будущего, а скорее, с его формированием, что позволяет считать Форсайт специфическим инструментом управления технологическим развитием, опирающимся на создаваемую в его рамках инфраструктуру.

1.2. Методы аналогий. Направлены на то, чтобы выявлять сходство в закономерностях развития различных процессов и на этом основании производить прогнозы. Сущность методов заключается в выборе объекта-аналога для объекта прогнозирования, который в своем развитии опережает объект прогнозирования. Прогнозная траектория (1) формируется на основании сопоставления имеющейся информации по развитию объекта-аналога со специфическими особенностями объекта прогнозирования. Например, нынешний кризис многие эксперты сравнивают с кризисом 1929 года с целью прогнозирования траектории выхода из рецессии. Однако, несмотря на всю привлекательность, методы аналогий имеют целый ряд ограничений и сложностей в процессе применения, особенно при подборе объектов-аналогов, что определяет статус этих методов как вспомогательных.

1.3. Методы, основанные на продлении инерции отчетного периода, исходят из предположения о сохранении в будущем сложившихся зависимостей между факторами и прогнозируемыми переменными. Инерция экономического развития (тренд) извлекается из отчетных данных эконометрическими методами и продлевается на горизонте прогнозирования T :

$$Z(t) = M_E(Z(t_p), t), \quad (2)$$

Где M_E – эконометрическая модель; $t \in [0, T]$ – прогнозное время, $t_H \in [0, T_H]$ – историческое время; T_H – глубина истории.

Экономика рассматривается как «черный ящик», построение модели которого не базируется на экономической теории, а основано на поиске статистических закономерностей, объясняющих поведение переменных модели. Это самая обширная группа среди формализованных методов прогнозирования социально-экономического развития. Они всегда широко применялись, и постоянно совершенствовались за счет развития статистических методов и роста мощности вычислительной техники. В работе [3] дается очень хороший обзор зарубежных и российских моделей для макроэкономического прогнозирования, построенных на основе эконометрических методов. Однако эконометрические методы демонстрируют хорошие результаты только при краткосрочном прогнозировании. Долгосрочные прогнозы, построенные в рамках данного класса методов [4], оказываются несостоятельными, поскольку уже в среднесрочной перспективе происходят значительные изменения экономической среды и взаимосвязей между основными экономическими переменными.

К методам, основанным на инерции отчетных данных, относится также «метод передвижки возрастов» [5], который успешно используется для прогнозирования демографических показателей и трудовых ресурсов. Этот метод также удобен для прогнозирования потенциала основных фондов [6]. В отличие от эконометрических методов, «метод передвижки возрастов» дает хорошие результаты и в долгосрочной перспективе, поскольку основан на очень инерционной демографической статистике.

К методам, основанным на инерции, также можно отнести разработки некоторых ученых, связанные с экстраполяцией тенденций развития с учетом больших циклов Н. Д. Кондратьева [7-9].

1.4. Методы, основанные на сценарных расчетах, формируют прогнозную динамику основных показателей социально-экономического развития согласно динамике экзогенно задаваемых управляющих параметров вычислительной модели [10]. Траектории управляющих параметров образуют сценарий развития $U_s(t)$, в рамках которого рассчитываются траектории эндогенных индикаторов развития $Z(t)$ путем воспроизведения на вычислительной модели установленных причинно-следственных связей. Процедура прогнозирования при этом превращается в экспериментальное исследование на модели возможных путей экономического развития $Z(t)$ в рамках пропорций, задаваемых сценарием $U_s(t)$:

$$Z(t) = M(U_s(t)), U_s(t) \subset U_0, t \in [0, T]. \quad (3)$$

Здесь M – вычислительная модель, U_0 – множество исследуемых сценариев, T – горизонт прогнозирования.

1.5. Методы нормативного прогнозирования формируют прогнозную динамику основных показателей социально-экономического развития как решение оптимизационной задачи индикативного планирования. Для эндогенных индикаторов развития $Z(t)$ устанавливаются целевые ориентиры Z^* (индикативный план), которые следует достичь к концу горизонта прогнозирования. В процессе решения рассчитываются траектории движения к заявленной цели с учетом ресурсных ограничений. При этом важно, чтобы целевое состояние экономики Z^* было сбалансировано, то есть, теоретически достижимо, иначе движение к нему будет движением в никуда. Также важно и качество самого движения к цели, поскольку непротиворечивость цели еще не гарантирует ее достижение. Нормативное прогнозирование может рассматриваться как управление в явном виде [11].

1.6. Методы прямой имитации формируют прогнозные траектории социально-экономического развития в процессе прогона имитационной модели объекта прогнозирования. Эти методы хорошо работают при моделировании эволюционных систем. Из теории известно, что вычисления, соответствующие эволюции, не приводимы к конечному аналитическому виду. Общих математических формул, описывающих поведение эволюционных систем в целом, не найдено и по всей вероятности, их невозможно найти. Поведение таких систем может быть эффективно найдено только путем явной имитации процесса эволюции. То есть – имитация – достойный метод изучения таких объектов. Имитационное моделирование появилось как промежуточное звено между теорией и практикой. Оно оказалось способным учесть многие практически существенные детали, не вписывающиеся в рамки строгих формальных теорий, благодаря возможности копировать и воспроизводить на компьютере причинно-следственные связи, наблюдаемые в эксперименте. Ярким примером использования методов прямой имитации для прогнозирования экономического развития являются модели системной динамики Дж. Форрестера [12] и его последователей [13]:

$$dZ(t)/dt = M(Z(t), U_s(t)), U_s(t) \subset U_0, t \in [0, T]. \quad (4)$$

К имитационным моделям относятся также «Вычислимые модели общего равновесия» (Computable General Equilibrium models (CGE)) – поиск условий общего равновесия агентов через балансирование спроса и предложения [14].

В настоящее время вычислительная экономика уже сформировала целый ряд подходов, в которых экономика рассматривается как эволюционирующая система автономных взаимодействующих игроков (agent-based computational economics) [15].

Однако, у имитационного моделирования экономических систем есть свои существенные ограничения. Это, в первую очередь, неприемлемая абстрактность существующих математических описаний поведения экономических агентов, что ведет к резкому накоплению ошибок при проведении вычислительного эксперимента.

1.7. Методы, основанные на динамических моделях общего равновесия, согласуют описание поведения экономических агентов на прогнозной траектории в рамках соблюдения баланса спроса и предложения на всех рынках товаров и услуг. Эти модели воспроизводят структуру экономики, включая описание предпочтений экономических агентов, технологии, рынки и структурные связи между отдельными блоками конкретной модели. В наиболее современных зарубежных моделях макроэкономики [3] ядро модели общего равновесия, как правило, представляет собой систему динамических уравнений, описывающих оптимальное поведение экономических агентов, и ряд условий равновесия на финансовых рынках, на рынках товаров и услуг. Полученная динамическая система решается при помощи численных методов и ее решение задает траекторию развития экономики в целом и динамику отдельных показателей. Поскольку очень часто эти связи проблематично оценить статистическими методами, большинство структурных моделей используют методы калибровки: подбор значений параметров модели, при которых модель наиболее точно воспроизводит динамику различных экономических показателей и реакцию экономики на внешние шоки.

У каждого класса методов есть свой горизонт предпочтительного использования. В краткосрочном периоде (1–2 года) преимуществом пользуются методы, основанные на инерции (класс 3). На горизонте от 3–7 лет целесообразно использовать методы сценарного прогнозирования, прямой и косвенной имитации (классы 4,6,7). По мере продвижения в глубину горизонта прогнозирования нарастает нормативно-целевой аспект и после 7 лет остаются только методы нормативного прогнозирования (класс 5).

Из перечисленных выше методов прогнозирования в последние десятилетия все большее распространение получают методы, в центре внимания которых находятся модели, рассматривающие развитие экономики как результат деятельности экономических агентов (классы 6 и 7). В экономической теории под экономическими агентами понимаются субъекты, занимающиеся экономической деятельностью на основе самостоятельно принимаемых решений. В моделях экономических агентов принятие решений формируется в терминах теории игр или исследования операций. В макромоделях экономический агент является коллективным субъектом, объединяющим элементарных субъектов, выполняющих сходные роли в экономике.

Из российских разработок этого класса можно отметить методы и модели современной экономики России Вычислительного центра Российской академии наук (ВЦ РАН) [16], модель RUSEC [14], разработанную в Центральном экономико-математическом институте (ЦЭМИ РАН), а также модели России и субъектов РФ, разработанные в Самарском государственном экономическом университете (Институт национальной экономики, рук. д.э.н., проф. Хасаев Г.Р.), автором настоящей статьи. В разработках ВЦ РАН развитие экономики рассматривается как результат деятельности семи экономических агентов (фирмы, банки, собственники, домашние хозяйства, государство, ЦБ, внешнеторговые организации). Динамика экономического развития формируется на модели так называемого «межвременного» экономического равновесия. В такой модели каждый агент, исходя из своих целей, возможностей и прогнозов, определяет свой спрос и предложение на продукты, ресурсы и финансовые инструменты в текущий и все будущие моменты времени, а потом прогнозы (единые для всех) определяются из условия согласования спроса и предложения агентов опять-таки в текущий и все будущие моменты времени. Для формального представления процесса принятия решений агентами в моделях ВЦ РАН предлагается указывать информацию о том:

«что агент может» – множество допустимых действий или стратегий поведения;

«что агент хочет» – его цели, интересы, мотивы, критерии оценки результатов;

«что агент знает» – информацию о состоянии и действиях других агентов, на основании которой он принимает решения.

Модель RUSEC ЦЭМИ РАН может также рассматриваться как принадлежащая к классу прикладных моделей общего равновесия, однако, она содержит элементы других подходов к моделированию экономики: в частности, теоретико-игровой подход и эконометрический подход.

В современных западных макромоделях, как правило, представлено пять типов агентов. Это – потребители, производители, внешний мир, правительство и банковская система (см. таблицу 2).

В таблицах 1 и 2 перечислены наиболее известные российские и зарубежные макроэкономические модели, используемые на практике.

Таблица 1

Наиболее известные российские макроэкономические модели

Наименование модели	Описание технологии	Экономические агенты	Разработчики
Модель экономики России	Модель межвременного равновесия. Развитие экономики описывается как результат деятельности экономических агентов. В процессе взаимодействия агенты согласовывают свои планы для выполнения балансов спроса и предложения на всех рынках	Фирмы, банки, население, собственники, государство, центральный банк, внешняя торговля	Вычислительный центр им. А.А. Дородницына РАН Академик РАН А.А. Петров Член-корр. РАН И.Г. Поспелов
Модель экономики России	Балансово-эконометрическая макроструктурная модель. Эконометрический прогноз итеративно балансируется по спросу и предложению	Секторы экономики по СНС	Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН Центр макроэкономического анализа и краткосрочного прогнозирования Белоусов А.Р.
Модель экономики России RIM (Russian Interindustry Model)	RIM – макроэкономическая межотраслевая модель рыночного равновесия российской экономики, соединяющая в себе традиционный межотраслевой подход и эконометрическое описание поведения основных субъектов рынка	25 отраслей по ОКОНХ	Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН Узяков М.Н.
Модель экономики России RUSEC	Модель принадлежит к классу прикладных (вычислимых) моделей общего равновесия	Производители, домохозяйства, государство, внешний мир	ЦЭМИ РАН Академик Макаров Валерий Леонидович

Таблица 2

Наиболее известные зарубежные макроэкономические модели

Наименование модели	Описание модели	Экономические агенты	Разработчики
Модель экономики Канады	Модель общего долгосрочного равновесия, использует модель перекрывающихся поколений Бланшара-Вейла-Буитера. Решение оптимизационных задач потребителей и производителей определяет долгосрочные конечные величины основных экономических индикаторов.	Производители, домашние хозяйства, государство, банковская система, внешний мир	Банк Канады
Модель японской экономики (JEM, 2005)	Модель общего долгосрочного динамического равновесия. Для прогнозирования в краткосрочной перспективе в рамках модели общего равновесия построена эконометрическая модель	Производители, домашние хозяйства, государство, банковская система, внешний мир	Банк Японии
Модель экономики Англии (BEQM, 2005)	Модель общего долгосрочного динамического равновесия. Производители максимизируют прибыль посредством оптимального выбора капитала и труда. Домохозяйства максимизируют ожидаемую дисконтированную полезность потребления при бюджетных ограничениях	Производители, домашние хозяйства, банковская система, государство, внешний мир	Банк Англии
Модель глобальной экономики	Модель общего долгосрочного динамического равновесия. Производители максимизируют прибыль посредством оптимального выбора капитала и труда. Домохозяйства максимизируют ожидаемую дисконтированную полезность потребления при стандартных бюджетных ограничениях	Производители, домашние хозяйства, государство	Международный валютный фонд (GEM, 2005)

Анализ моделей, упомянутых в таблицах, позволяет увидеть следующие ограничения, мешающие их дальнейшему развитию:

– предложенное в большинстве перечисленных макромоделей разбиение экономики на совокупность экономических агентов не отражает логику воспроизводственного процесса; основное внимание уделено финансам, а вся производственная структура экономики «упакована» в одном агенте – «фирмы» или «нефинансовые корпорации»;

– используемая в моделях ВЦ РАН [16] стандартная триада отношений агентов «может, хочет, знает» требует уточнения и дополнения. В самом деле, отношение «агент хочет» рассматривается как «управление», а управление без наблюдения (отношение «агент знает») не имеет смысла, то есть отношение «агент знает» неизбежно входит в состав отношения «агент хочет». С другой стороны, ничего не говорится об отношении «агент должен», задающем обязательства экономического агента в структуре воспроизводственного процесса.

2. Макроэкономическая модель для регионального прогнозирования, предлагаемая автором

Региональная макроэкономическая модель разработана в классе моделей, рассматривающих развитие экономики как результат деятельности экономических агентов. Модель является имитационной, модели агентов обеспечивают общее динамическое равновесие на всех рынках на всем горизонте прогнозирования. Для построения такой модели потребовалось решить следующие задачи:

1. «Разрезать» экономику на совокупность экономических агентов;
2. Описать основные отношения экономических агентов в рамках воспроизводственного процесса;
3. Обеспечить баланс спроса и предложения на всех рынках на всем горизонте прогнозирования (общее динамическое равновесие).

Экономика региона была разрезана на следующие секторы (экономические агенты): промежуточный, капиталосоздающий, потребительский, государственный, домашние хозяйства. Разработана модель экономического агента, которая обеспечивает автоматическое соблюдение баланса спроса и предложения на всех рынках на всем горизонте прогнозирования при объединении агентов в единую систему.

Для формального представления процесса принятия решений экономическими агентами используется следующая «триада» отношений:

1. Что агент должен делать в рамках «несвободы», задаваемой институтами общественного воспроизводства;
2. Что агент может сделать в рамках своего производственного потенциала;
3. Что агент хочет делать, т.е. его целевые ориентиры и стратегия поведения.

Отношение «долженствования» задается текущими потребностями и ограничениями общества и институтов общественного воспроизводства. «Жесткое» долженствование предполагает безоговорочное включение экономического агента в воспроизводственный процесс как, например, в тоталитарной экономике. «Мягкое» долженствование соответствует неоклассическому идеалу, когда экономикой правит «невидимая рука рынка», а производители оперируют в условиях совершенной конкуренции.

Отношение «агент может» описывает потенциальную возможность агента по выполнению своей функции, которая раскрывается в отношении «агент хочет».

Триада «должен, может, хочет» предполагает наличие следующих трех моделей, которые через общие переменные объединены в единую макромоделю экономики:

1. Модель воспроизводственного процесса в виде балансовой модели общего равновесия, которая связывает модели экономических агентов в единую двунаправленную сеть, которая описывает движение ресурсов в секторах экономики (модель долженствования);
2. Модель потенциального выпуска, которая описывает изменение границ возможного выпуска в секторах экономики (экономических агентах) в зависимости от процессов ввода и выбытия основных производственных факторов (модель возможностей);
3. Модель поведения экономических агентов, которая задает цели и мотивы экономического роста в рамках потенциальных возможностей (модель «хотения»).

Заключение

Рассмотренная региональная макроэкономическая модель и разработанные на ее основе технологии ситуационного прогнозирования и индикативного планирования положены в основу создания целой серии прогнозно-аналитических систем и комплексов для региональных органов государственной власти сотрудниками Лаборатории комплексных региональных исследований Самарского государственного экономического университета. Эти прогнозно-аналитические системы и комплексы внедрены в правительствах ряда субъектов РФ, в том числе, Самарской области, Ленинградской области, в Санкт-Петербургском информационно-аналитическом центре при Правительстве Санкт-Петербурга, Красноярском крае, Республики Коми, Ханты-Мансийского автономного округа и других субъектах. Разработанная модель использовалась также для верификации и анализа долгосрочного прогноза развития РФ до 2020 года [17]. Исследованием правительственного прогноза проводились на предмет сбалансированности основных прогнозных показателей и потенциальной достижимости заявленных ориентиров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Талей Н. Черный лебедь. Под знаком непредсказуемости. / Пер. с англ. М.: Издательство КоЛибри, 2010. 529 с.
2. Соколов А. В. «Форсайт: взгляд в будущее» // ГУ ВШЭ, «Форсайт», № 1, 2007.
3. Разработка модели для макроэкономического прогнозирования и оценки доходов в условиях среднесрочного финансового планирования. Итоговый отчет по контракту No. RFTAP/QCBS/1.15. Центр экономических и финансовых исследований и разработок (ЦЭФИР) и ООО «Прайм Групп». М.: 2008.
4. Мировая экономика. Прогноз до 2020 года / Под ред. А.А. Дынкина. М., 2007.
5. Методологические положения по статистике. Вып. 1 / Госкомстат России. М., 1996. 674 с.
6. Цыбатов, В. А. Моделирование экономического роста. Самара: Изд-во Самар. гос. экон. ун-та. 2006. 360 с.
7. Климов В. Г. Мировая экономика: прогноз до 2050 // Вопросы экономики, №5, 2008.
8. Акаев А. А., Коротаев А. В., Малинецкий Г. Г. Прогноз и моделирование кризисов и мировой динамики. М.: Издательская группа URSS, 2010. 352 с.
9. Кузык Б. Н. Яковец Ю. Прогноз «Россия 2050». Стратегия инновационного прорыва. М.: Экономика, 2005.
10. Барковский А. Н. Внешнеэкономическая стратегия России: сценарии до 2030 года, (доклад на. Ученом совете Института, экономики РАН), Институт экономики РАН, 2008. С. 61.
11. Новиков Д. А., Чхартишвили А. Г. Активный прогноз. М.: ИПУ РАН, 2002. 101 с.
12. Форрестер Дж. Мировая динамика. – М.: Наука, 1978. 167 с.
13. Медоуз Д., Рандерс Й, Медоуз Д. Пределы роста. 30 лет спустя. М: Академкнига, 2008.
14. Макаров В. Л. Вычислимая модель Российской экономики // ЦЭМИ РАН, 1999, Препринт, номер 99.
15. Tesfatsion L. Agent-Based Computational Economics. A Constructive Approach to Economic Theory: Mimeo. 2005.
16. Поспелов И. Г., Поспелова И. И., Хохлов М. А., Шипулина Г. Е. Новые принципы и методы разработки макромоделей экономики и модель современной экономики России. М.: ВЦ РАН 2005. 242с.
17. Концепции долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации, Москва, сентябрь 2007 года.

Цыванюк В.А., Тамодин Н.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Научно-исследовательский центр связи ВМФ 24 ЦНИИ МО РФ
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОСТАВУ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК, НАДВОДНЫХ
КОРАБЛЕЙ И УЗЛОВ СВЯЗИ ВМБ ДЛЯ ПРИВЯЗКИ К ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ ВС РФ**

В настоящее время для организации оперативного управления силами ВМФ при стоянке в базах и пунктах рассредоточения используются аналоговые проводные каналы, радиоканалы СДВ, КВ, УКВ-ДЦВ связи, включая спутниковые. Состояние этих каналов связи не позволяет в полном объеме выполнить положения документа «Основные оперативно-технические требования к системе управления ВС РФ» от 05.09.2008 г., согласно которым подсистема управления силами в мирное время должна обеспечивать скрытное доведение сигналов до подводных лодок (ПЛ) и надводных кораблей (НК) в районах базирования в кратчайшее время [1].

В соответствии с Целевой комплексной программой работ по переводу сетей связи ВС РФ на цифровое телекоммуникационное оборудование в настоящее время в состав разрабатываемых комплексов связи ПЛ и НК планируется ввести технические средства, позволяющие подключить их к цифровым сетям связи в районах базирования [2].

На рисунке 1 представлена обобщенная структурная схема подключения комплексов связи ПЛ и НК к цифровым каналам связи в пунктах базирования, позволяющая реализовать унифицированные типовые решения по организации связи с использованием трех видов удаленного подключения к узлам связи (УС): с помощью электрических кабелей связи, оптоволоконных кабелей, оборудования широкополосного беспроводного радиодоступа с мультиплексорами.

Общая длина трассы прокладки кабельных линий связи от УС базы до ПЛ и НК составляет около двух км и делится на три участка:

- первый магистральный участок – от многофункционального первичного мультиплексора узла связи до кабельной коробки на пирсе;
- второй участок – от кабельной коробки пирса до бортовой розетки, расположенной в эксплуатационной заглушке, размещенной на корпусе ПЛ и НК;
- третий участок – от бортовой розетки до входа в многофункциональный первичный мультиплексор, установленного в комплексе связи ПЛ и НК.

Для обеспечения живучести ПЛ необходимо предусмотреть использование между прочным и легким корпусом специальных волоконно-оптического и электрического кабелей связи с продольной и поперечной герметизацией, рассчитанных на рабочее давление до $100 \text{ кг} / \text{см}^2$.

Состав каналов образующих, измерительных и ремонтных средств связи устанавливаемых на ПЛ, на НК и на УС военно-морских баз для привязки к цифровой системе связи МО РФ, представлен в таблице.

Беспроводной широкополосный радиодоступ используется для построения сетей фиксированной радиосвязи с топологией «точка – много точек» и обеспечивает подключение абонентских станций комплексов связи ПЛ и НК по радиоканалам к сетям передачи данных при скорости передачи до 37,67 Мбит/с на один из шести секторов обслуживания базовой станции в рабочем диапазоне частот 2025–2125 МГц. Зона покрытия при наличии прямой радиовидимости имеет дальность связи до тридцати километров, а при работе на отражениях – до пяти километров. С увеличением расстояния происходит некоторое снижение пропускной способности системы [3].

Аппаратура WiMIC состоит из базовой станции (БС), устанавливаемой на УС базы, и абонентских станций, подключаемых по радиоканалу и размещаемых на ПЛ и НК. Базовая станция с выносными приемопередатчиками обычно состоит из модуля доступа, приемопередающих модулей и секторных антенн. Емкость БС может наращиваться до 6 секторов. Приемопередающий модуль обеспечивает радиоинтерфейс с адаптивно переключаемой модуляцией и программно изменяемой полосой пропускания.

Абонентская станция (АС) состоит из выносного терминала с планарной антенной, кабеля и адаптера питания. Оборудование пользователя подключается по интерфейсу Ethernet и поддерживает трафик передачи данных, голоса, видео. Качество обслуживания назначается с базовой станции индивидуально для каждой АС.

Программное обеспечение оборудования беспроводного широкополосного радиодоступа позволяет осуществлять конфигурирование, управление и мониторинг в радиосети WiMIC; планирование и прогнозирование загруженности сети; управление качеством предоставляемых услуг; контроль качества предоставляемого сервиса в режиме реального времени; мониторинг эффективности работы сети.

Абонентская станция (АС) состоит из выносного терминала с планарной антенной, кабеля и адаптера питания. Оборудование пользователя подключается по интерфейсу Ethernet и поддерживает трафик передачи данных, голоса, видео. Качество обслуживания назначается с базовой станции индивидуально для каждой АС.

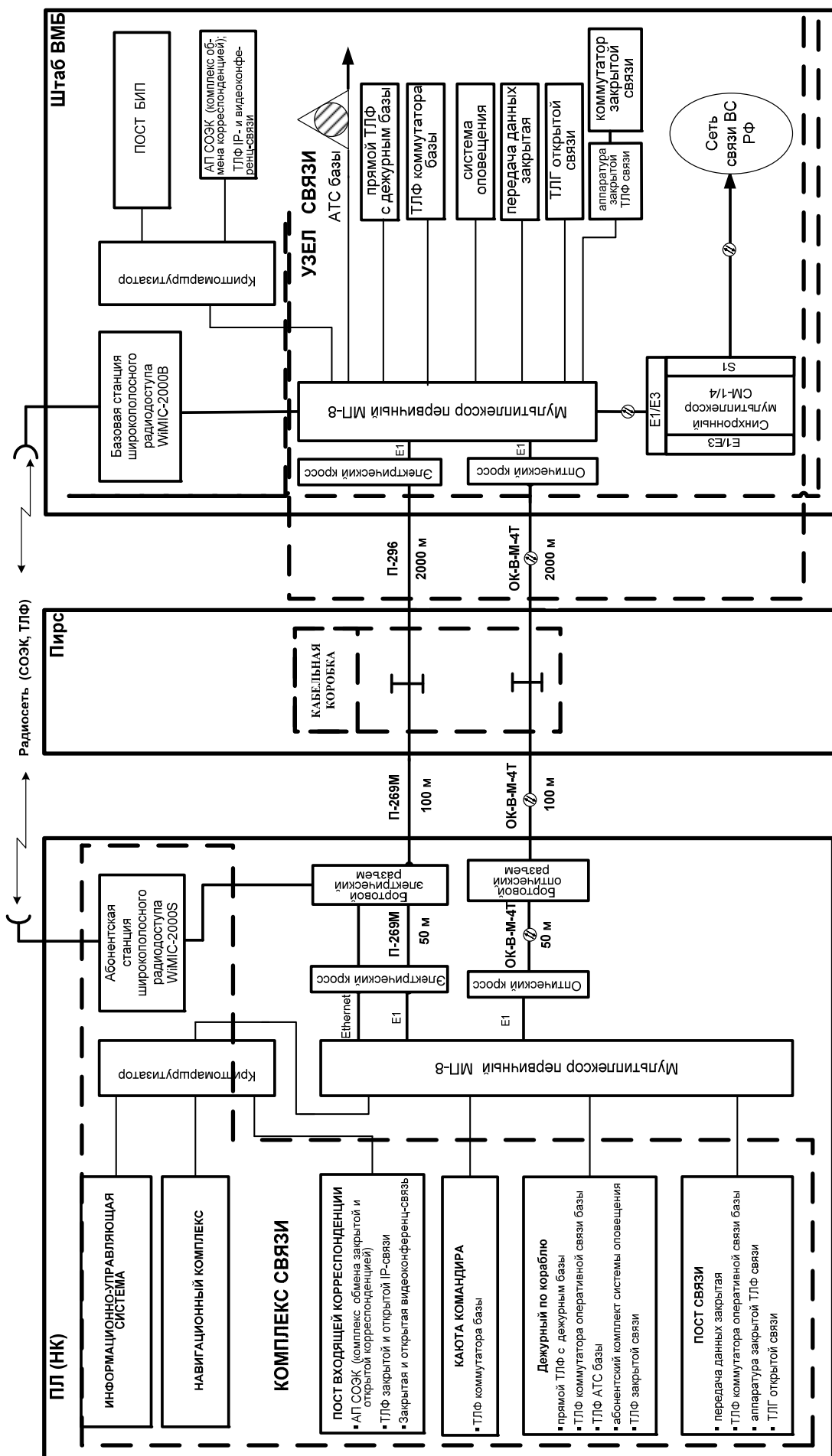


Рис. 1. Обобщенная структурная схема подключения комплексов связи

Таблица 1

Состав каналообразующих, измерительных и ремонтных средств связи

Наименование аппаратуры	Количество средств связи		
	на ПЛ	на НК	на УС
Каналообразующие средства связи			
Абонентская станция беспроводного широкополосного радиодоступа WiMIC-2000S	1	1	
Базовая станция беспроводного широкополосного радиодоступа WiMIC-2000B			1
Многофункциональный первичный мультиплексор МП-8	1	1	1
Оптический кросс	1	1	1
Электрический кросс	1	1	1
Оптический кабель связи ОК-В-М-4Т-2000-«А» для временных волоконно-оптических линий передачи, магистральный, одномодовый типа Т с четырьмя оптическими волокнами, армированный оптическими соединительными полумуфтой, для подключения от УС к кабельной коробке на пирсе длиной до 2000 м			1
Оптический кабель связи ОК-В-М-4Т-0100-«Б» для временных волоконно-оптических линий передачи, магистральный, одномодовый типа Т с четырьмя оптическими волокнами армированный оптическими соединительными полумуфтами, для подключения от бортовой розетки НК к кабельной коробке на пирсе длиной до 100 м	1	1	
Полумуфта оптическая аппаратная ПОА-В-FC-50 с кабелем связи, армированным с одной стороны соединительной оптической полумуфтой, с другой стороны четырьмя оптическими разъёмными соединителями, длиной до 50 м		1	
Полумуфта электрическая аппаратная ПОА-В-FC-50 с кабелем связи, армированным с одной стороны соединительной оптической полумуфтой, с другой стороны четырьмя оптическими разъёмными соединителями, длиной до 50 м		1	
Герметизированный волоконно-оптический кабель ОК-НС-03-4/0-10, одномодовый с четырьмя оптическими волокнами, прокладываемый между прочным и легким корпусом ПЛ, с бортовым оптическим разъемом	1		
Электрический кабель связи П-269М с электрическим разъемом для подключения от бортовой розетки НК к кабельной коробке на пирсе длиной до 100 м	1	1	
Герметизированный электрический кабель КПВЭКГ-100 4х(2х0,5)э, прокладываемый между прочным и легким корпусом ПЛ, с бортовым электрическим разъемом	1		
Электрический кабель связи П-296, магистральный для организации дальней связи от УС, подключенный к кабельной коробке на пирсе, длиной до 2000 м			1
Барабаны типа «Б» для кабеля П-269М и ОК-В-М-4Т-0100-«Б»	2	2	
Измерительные и ремонтные средства связи			
Измеритель вносимых потерь, включающий: – тестер типа «Рубин-501»; – источник оптического излучения «Алмаз-21»			1
Сварочный аппарат для сварки волокон типа «Fujikura-50S»			1
Комплект для оконцовки и разделки оптического кабеля и для установления временных соединений			1
Измеритель оптических параметров линии связи (оптический мини-рефлектометр AQ7250)			1

Программное обеспечение оборудования беспроводного широкополосного радиодоступа позволяет осуществлять конфигурирование, управление и мониторинг в радиосети WiMIC; планирование и прогнозирование загруженности сети; управление качеством предоставляемых услуг; контроль качества предоставляемого сервиса в режиме реального времени; мониторинг эффективности работы сети.

Программно-управляемые многофункциональные первичные мультиплексоры типа МП-8 обеспечивают развертывание и модернизацию сетей доступа в районе базирования ПЛ и НК [4]. Предлагаются следующие варианты применения мультиплексоров для организации дежурства в районах базирования ПЛ и НК:

- в качестве малоканальной цифровой системы передачи для работы по любому типу симметричных медных кабелей или волоконно-оптическим линиям связи;
- в качестве аппаратуры каналообразования для формирования первичного потока Е 1 с последующим включением в цифровые системы передачи высших ступеней каналов магистральной связи;
- в качестве коммутатора цифровых каналов с возможностью их выделения и преобразования в любой вид абонентских интерфейсов;
- в качестве соединительных устройств для подключения удаленных локальных компьютерных сетей.

Мультиплексоры первичные, входящие в состав узлов связи военно-морских баз и предлагаемые к внедрению в комплексы связи ПЛ и НК, позволяют:

- осуществлять гибкое реконфигурирование сети связи и встречную работу с цифровым телекоммуникационным оборудованием УС базы;

- использовать абонентские стыки ТЧ и АК мультиплексора для организации прямого телефонного канала открытой связи с оперативным дежурным базы, телефонного канала на АТС базы и коммутатор открытой связи;

- организовать двух- и четырехпроводные каналы тональной частоты для передачи сигналов оповещения и ведения громкоговорящей связи по системе оповещения в направлении от находящихся на дежурстве ПЛ и НК на УС базы;

- использовать абонентские стыки С1–ТГ мультиплексора для организации закрытого и открытого телеграфного канала между ПЛ, НК и узлом связи базы;

- использовать цифровые стыки С1–И мультиплексора для взаимодействия с аппаратурой шифрования при организации закрытых телефонных каналов связи с УС;

- обеспечить подключение через аппаратуру криптомаршрутизации каналов Ethernet 10/100 для организации закрытой телефонной IP-связи и электронной почты с целью обмена закрытой корреспонденцией, картографической и мультимедийной информацией к навигационному комплексу боевой информационно-управляющей системе ПЛ и НК.

Возможности мультиплексоров по вводу-выводу интерфейсных сигналов определяются составом интерфейсных блоков. Все интерфейсные блоки являются законченными узлами. В зависимости от размера корпуса – 19 дюймов или метрического – в нем могут быть установлены 16 или 17 линейных и интерфейсных блоков.

При работе по металлическому кабелю в мультиплексоре используется как однокабельный четырехпроводный, так и однокабельный двухпроводный блок цифровой связи. При работе по ВОЛС применяются оптические линейные блоки.

Система контроля и управления мультиплексора обеспечивает постоянный мониторинг независимо от конфигурации сети. Управление осуществляется со встроенной в мультиплексор специальной рабочей станции. При этом контролируются состав сети, типы и номера мультиплексоров, состояние каждого в целом по критериям: «Неактивен», «Норма», «Авария». На любой мультиплексор могут подаваться команды на конфигурирование блоков, установку шлейфов, переключение на резервные тракты, маскирование датчиков, коммутацию каналов.

Заключение

Введение предлагаемого оборудования цифровых каналов в состав узлов связи военно-морских баз и автоматизированных комплексов связи ПЛ и НК обеспечит соединение их с узлами связи в пунктах базирования с включением в объединенную автоматизированную цифровую систему связи МО РФ. Использование данного оборудования и проводных электрических и волоконно-оптических каналов связи позволит также повысить скрытность информационного обмена при несении дежурства ПЛ и НК в пунктах базирования и выполнить основные требования, предъявляемые к системе управления по обеспечению доведения сигналов управления от Генерального штаба ВС РФ до ПЛ и НК за установленное время.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основные оперативно-технические требования к системе управления ВС РФ. Введены 05.09.2008. М.: МО РФ. 2008.
2. Целевая комплексная программа работ по переводу сетей связи ВС РФ на цифровое телекоммуникационное оборудование. М.: МО РФ. 2005.
3. Система беспроводного широкополосного радиодоступа WiMIC. Технические условия. Томск, НПФ «Микран», 2007.
4. Мультиплексоры первичные. Технические условия. СПб.: ОАО «НТЦ «СупертелДалс». 2007.



ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Алексеев А.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный морской
технический университет**

**СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНЫХ
ПРОЕКТНЫХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ**

Введение

Проектирование сложных объектов основано, как известно, на применении принципов, методов и технологий их реализации, изложенных в ряде теорий и подходов, которым в практической деятельности, к сожалению, с ростом сложности проектируемых систем управления (СУ) и обеспечивающих их информационно-коммуникационных систем (ИКС) уделяется всё меньшее значение.

Как следствие названных издержек, в практике современного проектирования сложных организационно-технических систем имеют место существенные погрешности и системные ошибки. Их масштаб и роль по критериям критичности систем возрастают, подчас, непредсказуемо. В этом ряду – техногенные, социальные, экологические и многие другие катастрофы и кризисы, число которых в последнее время не только не снижается, но и непрерывно возрастает. Возникающие при этом риски Заказчика могут превосходить его ресурсные возможности. Это порождает принципиально новую проблему обоснования методов и технологии управления рисками системного развития.

В этих условиях наиболее общим и результативным подходом следует рассматривать системный подход, идеями которого, как предполагается, должны быть пронизаны методики и технологии проектирования сложных систем [1–3]. Данное направление методологии исследования базируется на рассмотрении объекта анализа и синтеза любой сложности, как целостного множества элементов в совокупности их отношений и связей для решения общего для системы комплекса задач и достижения единого для системы комплекса целей.

Именно поэтому системный подход, как научный метод, инвариантен к структуре, функциональному составу, свойствам и характеристикам объектов анализа и синтеза, представляет собой фундаментальный способ организации исследовательских процедур, который принципиально можно использовать для любого рода деятельности и любых систем с целью выявления закономерностей и взаимосвязей в интересах их более эффективного использования.

С другой стороны, бурное развитие информационных технологий, как никогда ранее, побуждает лиц, обосновывающих (ЛОР) и принимающих (ЛПР) высоко ответственные проектные и управленческие решения, выполнять качественный и количественный сравнительный квалиметрический анализ (измерение и анализ качества, рейтинг-анализ) вариантов этих системных решений. В том числе при решении проектных задач – решений по выбору представленных на рынке средств, их комплексов и систем в целом, проектов программно-целевого развития объектов и систем в целом, других объектов проектирования с последующей разработкой и обоснованием (синтезом), а также оптимизацией системных (комплексных) проектных и управленческих решений (ПУР) компании.

Тем не менее, сегодня этот процесс, в том числе при обосновании развития и создании современных СУ и обеспечивающих их ИКС, можно утверждать, по существу не обеспечен методически, а базируется на отдельных «лоскутных» и эмпирических подходах. В полной мере это, например, проявляется при обосновании решений при тендерных закупках и инвестиционных проектах [1–3].

Именно поэтому в условиях всё возрастающей конкуренции и сложности объектов анализа и синтеза оптимальность принятия ПУР при развитии СУ и ИКС для любой компании представляет наибольшую значимость. В условиях наращивания функциональности СУ и ИКС, сложности решаемых задач, масштаба создаваемых объектов и организационно-технических систем это обстоятельство непосредственно приводит к критическому росту бизнес-рисков компании.

Одним из ярких тому примеров следует считать крайне редкое использование при обосновании ПУР «сугубо» системных критериев (как количественных мер свойств объектов, отражающих их соответствие целевому предназначению) и показателей качества (как средств количественного выражения критериев качества и эффективности) развиваемых СУ и ИКС. А там более – критериев оптимизации с использованием современных технологий квалиметрического синтеза [4–5].

Вместе с тем, в организационно-распорядительной и нормативно-методической документации, например, в ФЗ №2646 от 5.03.1992 «О безопасности», в ФЗ №184 от 27.12.2002 «О техническом

регулировании» непосредственно предусматриваются и требуют адекватной реализации как системные требования, так и необходимость комплексного оценивания качества, эффективности, рисков и т.п. при верификации (оценке достижения требований к системе), а тем более валидации (оценке достижения системой заданных целей при реализации соответствующих требований к ней) в процессах технического регулирования, стандартизации, сертификации, аттестации и аккредитации [5–6].

Таким образом, сегодня в процессе анализа и синтеза современных СУ и ИКС особое значение приобретают в условиях резкого возрастания их архитектурной и функциональной сложности именно системные аспекты рассмотрения, анализа и синтеза их информационных свойств и показателей качества, в составе которых можно выделить, прежде всего:

- системные аспекты информационно-аналитического обеспечения (ИАО) развития сложных организационно-технических систем, к числу которых в полной мере относятся ИКС в составе СУ;
- системные аспекты информационного анализа, синтеза и оптимизации решений (АСОР), сознательно выделяя задачу оптимизации из задач синтеза, как часто «упускаемую» при синтезе;
- системные аспекты методического и методологического обеспечения развития СУ и ИКС, включая квалиметрическое обоснование выбора ПУР;
- системные аспекты технологического обеспечения задач информационного анализа и синтеза современных сложных систем;
- системные аспекты внедрения новых структурных, функциональных, технических и технологических ПУР при развитии СУ и ИКС.

Рассмотрим наиболее актуальные из названных системных аспектов информационного анализа и синтеза оптимальных ПУР в контексте их практической значимости и технологий использования при развитии СУ и их ИКС.

1. Системные аспекты информационно-аналитического обеспечения развития современных сложных организационно-технических систем типа корпоративных, муниципальных и федеральных ИКС

Одним из ключевых аспектов методологии и инструментария информационно-аналитической работы любого органа управления и СУ в целом является анализ показателей и прогнозирование перспектив развития объектов анализа.

При этом нередко упускаются из области рассмотрения такие базисные системные аспекты, критерии и вопросы, как валидность (мера достижения цели) развития СУ и обеспечивающей ИКС, что приобретает особое значение при возрастании функциональных возможностей и организационно-технической (системной) сложности этих систем.

В этой связи целесообразно отметить то известное важное обстоятельство, что любая СУ предназначена для реализации наилучшим образом потенциальных возможностей каждого управляемого элемента и управляемой системы в целом, т.е. использования наилучшим образом (в пределе – оптимально) структурных возможностей системы и межэлементных связей в ней, достижения тем самым максимального значения так называемого эмерджентного эффекта (эффекта комплексирования). Именно оценка эмерджентности СУ и ИКС (от англ. emergence – возникновение, появление нового) позволяет оценить системные свойства СУ и ИКС, которые не присущи ее элементам в отдельности, а возникают благодаря объединению этих элементов в единую, целостную систему.

Для количественной оценки эмерджентности СУ первостепенной задачей ИАО развития сложных организационно-технических систем, можно утверждать, следует считать количественную оценку максимально возможного значения, уровня потенциально достижимых возможностей (ПДВ, качества, эффективности) каждого из $n \in [1, N]$ элементов системы $Q_{ПДВn}$, а также управляемой системы (или обеспечивающей её ИКС) в целом $Q_{ПДВ}$.

В обобщенном виде индекс эмерджентности по уровню качества СУ может быть представлен

$$E_Q = Q / \sum_{n=1}^N Q_n$$

выражением вида Q . Отношение качества (эффективности) СУ Q к сумме показателей качества её элементов Q_n отражает эффект системного влияния внутрисистемных связей её элементов. При этом учёт индексов ПДВ, либо РДВ позволит получить соответствующие варианты оценивания индекса эмерджентности, что представляет отдельный интерес при ИАО.

Аналогично при оценке индекса эмерджентности по уровню функциональности ИКС может быть

$$E_F = F / \sum_{n=1}^N F_n$$

использована модель F , где F – функциональность ИКС (число функциональных возможностей, решаемых ИКС задач), а F_n – функциональность каждого из $n \in [1, N]$ элементов ИКС.

Для оценки уровня совершенствования СУ с использованием введённых критериев функциональности элементов, либо СУ в целом, весьма полезным при ИАО развития СУ (соответствующих ПУР) может быть использование критерия и соответствующего показателя функциональной полноты СУ вида $P = F / F_{T3}$, как отношения числа решаемых функциональных задач F к их минимально необходимому (требуемому по техническому заданию) значению F_{T3} .

Непосредственно степень реализации возможностей ИКС и СУ в целом можно оценивать по критерию индекса развития (ИР) СУ, либо степени совершенства (оптимальности) принятых ПУР в соответствии с выражением $W_N = Q_{РДВ} / Q_{ПДВ}$, где $Q_{РДВ}$, $Q_{ПДВ}$ – фактическое (реально достижимое) и максимально возможное (потенциально-достижимое при данном уровне развития технологий) значение качества (эффективности) СУ (или её ИКС) соответственно.

Показатель ИР тем самым отражает такое важное свойство ИКС, как степень их совершенства по отношению к наилучшему уровню качества, который может быть достигнут при данном уровне развития технологических возможностей (можно сказать, уровня научно-технического прогресса).

Динамику развития СУ и ИКС в этом случае удобно оценивать хорошо интерпретируемым показателем приращения ИР, как частным вкладом (например, в течение года) в реализацию ПДВ.

Предлагаемый подход и критерии позволяют при его очевидной информационно-аналитической безизбыточности и методической простоте тем самым не только обеспечивать информационную прозрачность и интерпретируемость показателей сравнения, но и непрерывно квалитетически контролировать и «ранжировать перспективы» развития СУ и ИКС. Тем самым, предложенный подход позволяет максимально полно реализовывать требования системного АСОП в сравнении, например, с методами на основе оценки эффективности «от достигнутого», при которых в качестве базы для сравнения используются оценки РДВ на предыдущем этапе сравнения, а оценки ПДВ вообще не производятся. При этом ограничиваются, как минимум, возможности информационно-аналитической интерпретации результатов анализа, а тем более – синтеза и оптимизации ПУР развития СУ.

При обосновании ПУР в процессе развития и эксплуатации ИКС решение будет тем более совершенным (правильно структурирована ИКС, реализованы её системные возможности), чем большие значения будут иметь индексы эмерджентности $E_Q > 1$ и $E_F > 1$, как показатели системной обоснованности ПУР.

В противоположном случае, либо имеет место функциональная избыточность элементов ИКС и $F > F_{T3}$, $P > 1$. Либо имеет место нецелесообразная «компенсация» возможностей ИКС по

$$F < \sum_{n=1}^N F_n$$

предназначению, т.е.

Тем самым, критерии эмерджентности ИКС позволяют предметно оценивать «системную эффективность» объединения элементов в «единое целое» (результативность способа взаимодействия элементов в ИКС), вариантную динамику (по поколениям) развития ИКС, результативность выбора соответствующих структурных (архитектурных) решений (включая элементную избыточность) и информационно-аналитического обеспечения ИКС в целом.

Оценка валидности (концептуальной, критериальной, конструктивной, измерительной, психофизиологической и т.п.) ПУР, ИКС, СУ (от франц. valide – законный, действительный) позволяет оценить важнейшее системное качество и свойства ИКС, которые характеризуют степень достижения (реализации) поставленных целей и предназначения при условии решения всего комплекса

функциональных задач F_{T3} , т.е. методическую безошибочность ПУР (ИКС, СУ).

По существу введённые критерии позволяют в определённой мере оценить количественно степень реализации основных системных принципов синтеза ИКС, включая: целостность ИКС (как единое целое и в то же время как подсистему для вышестоящих уровней); иерархичность построения ИКС и иерархию связей (отражающих наличие множества элементов, взаимосвязанных на основе подчинения элементов низшего уровня элементам высшего уровня, т.е. взаимодействие управляющей и управляемой подсистем); наличие структуры и организации (структуризацию ИКС); множественность описания; системности ИКС, их саморегуляции, необходимости качественного (например, в рамках SWOT-анализа) и количественного оценивания по соответствующим критериям и показателям и, особенно, квалитетического оценивания таких свойств ИКС.

При этом в процессе ИАО ПУР, ИКС и СУ в целом следует непременно учитывать свойства и критерии самой информации, циркулирующей в ИКС. Этот аспект, не смотря на его особую важность для ИАО ИКС, является как весьма сложным методически по объёму накопленных данных и знаний, но и, одновременно, требующим отдельного рассмотрения. В этой связи на рисунке 1 в обобщённой структурно-графической форме представлены основные системные положения анализа и синтеза

систем обработки информации (ИКС в составе СУ) с соответствующими определениями и критериями, которые следует учитывать при информационном анализе, синтезе и оптимизации ПУР.

Проиллюстрируем введенные понятия и критерии анализа качества ИКС на примере одного из представителей гидроакустических систем освещения морской обстановки [4] – гидроакустической системы (ГАС) «Вектор», структура и порядок функционирования которой представлены на рисунке 2.

ГАС включает в свой состав: выносную часть (ВЧ) из N модулей приёма сигналов целей, а также береговой части (БЧ) обработки принятых сигналов. БЧ ГАС реализует следующие основные системные функциональные задачи: обнаружение сигналов целей (з1-ОСЦ); классификацию целей по принятым ВЧ от них сигналам (з2-КЦ); пеленгование целей (з3-ПЦ), определение дальности до целей (з4-ОД), определение (оценку) параметров движения цели – курса (з5-ОК) и скорости (з6-ОС) движения цели), отображение информации (з7-ОИ).

В таблице 1 приведены соответствующие значения системных показателей качества ИКС типа ГАС. При этом системные показатели, включая функциональность ГАС, приведены к соответствующим приёмным модулям с дальностью обнаружения целей R , число которых в интересах анализа принято для трёх вариантов ГАС «Вектор» равным: $N = 1$ (решаются задачи з1-ОСЦ, з2-КЦ, з3-ПЦ, з7-ОИ. Задачи з4-ОД, з5-ОК, з6-ОС в этом варианте технически, как правило, не могут быть реализованы. При этом $F_1 = 4$); $N = 2$ (решаются все семь задач для обоих модулей одновременно и по четыре задачи для целей, обнаруживаемых «с краю» при общем значении $F_2 = 7 \times 2 + 2 \times 4 = 15$); $N = 8$ (решаются все семь задач для каждого двух модулей и по четыре задачи для двух крайних модулей с общим числом $F_8 = 7 \times 7 + 2 \times 4 = 57$). Порядок оценки других показателей также приведён в таблице 1.

Таблица 1

Системные показатели качества ИКС типа ГАС «Вектор»

Системный показатель ИКС (ГАС «Вектор») в единицах	$N = 1$	$N = 2$	$N = 8$
1. Функциональность ГАС, F	4	$7 \times 1 + 2 \times 4 = 15$	$7 \times 7 + 2 \times 4 = 57$
2. Функциональная полнота, P	$4/7 \times 1 = 0,57$	$15/7 \times 2 = 1,1$	$57/7 \times 8 = 1,02$
3. Индекс эмерджентности, E	$4/4 = 1$	$15/(2 \times 4) = 1,87$	$57/(8 \times 4) = 1,78$
4. Длина рубежа освещения обстановки, L	$2R$	$R + 2R = 3R$	$7R + 2R = 9R$
5. Реализованное значение качества ГАС, $Q_{РДВ}$	$4 \times 2R / 1 = 8R$	$15 \times 3R / 2 = 22,5R$	$57 \times 9R / 8 = 64,1R$
6. Потенциально-достижимое значение ГАС, $Q_{ПДВ}$	$64,1R$	$64,1R$	$64,1R$
7. Индекс развития ГАС, W	0,12	0,35	1,00

При этом оценка индекса развития ГАС (степени их совершенствования) произведена, исходя из следующих упрощённых условий:

1. В качестве одного из частных критериев качества (системных характеристик) ГАС в данном случае (в интересах анализа системных аспектов) принята длина рубежа освещения морской обстановки, оцениваемая в соответствии с выражением $L = (N - 1)R + 2R = 2R[1 + 0,5(N - 1)]$, включающая участок с полнофункциональным решением семи задач освещения морской обстановки (первое слагаемое) и решением (на краях рубежа) только четырех задач (см. случай $N = 1$ в таблице 1).

2. В качестве основного критерия качества в этих условиях, отражающего основное предназначение ИКС типа ГАС «Вектор» (полнофункциональное решение задачи обнаружения целей на всей протяжённости рубежа наблюдения) принята модель вида $Q_N = F_N \times L_N / N$. Данная модель отражает системный принцип развития ГАС, который может быть сформулирован в виде: максимизация длины рубежа ($\max L_N$) полнофункционального наблюдения ($\max F_N$) при числе модулей обнаружения в составе ГАС N .

3. Тогда значение ИР ИКС типа ГАС «Вектор» может быть оценено путём сопоставления для рассматриваемых вариантов анализа ГАС с соответствующим числом модулей N и с наилучшим для сравниваемых альтернатив вариантом при $N = 8$, $Q_N = Q_{maz}$ следующим образом: $W = Q_N / Q_8$.

Анализ данных таблицы 1 показывает, что наращивание состава ИКС (числа элементов ГАС «Вектор», структуры ИКС, как развитие способа взаимодействия элементов ИКС посредством определения связей в ГАС и их совершенствования) одновременно повышает индекс эмерджентности, функциональную полноту и индекс развития ГАС, а также валидность ИКС. Но после некоторого значения $2 < N < 8$, значения P и E начинают снижаться. Это указывает, на своего рода, «исчерпывание» эмерджентных «ресурсов» развития ГАС при данном алгоритме обработки информации и необходимость поиска и реализации других эмерджентных «ресурсов» развития современных ГАС.

Классификация свойств информации (по В.И. Корогодину):

1. ФИКСИРУЕМОСТЬ – не является материей, но воспринимается только в фиксированном состоянии:

- инвариантность – возможность фиксации (записи) на любом языке, на любом носителе, алфавите;
- бренность – время фиксации ограничено разрушением ее носителей;
- изменчивость – связано с бренностью – исчезновение информации как из-за разрушения носителей, так и из-за рождения новой (информационные дефекты);
- транслируемость – противостоит бренности – возможность передачи, размножения на носителях;
- размножаемость – при скорости рождения $V_p > V_r$ – скорости гибели информации, т.е. при жизнеспособности информации $L = V_p/V_r > 1$;
- мультипликативность – способность одновременного существования на разных носителях.

Динамика и эволюция любой информации базируется на транслируемости, изменчивости и мультипликативности информации («Три кита» информации).

2. ДЕЙСТВЕННОСТЬ – каждая информация способна материализоваться после создания оператора (в своей информационной системе – кодирования) с целенаправленным действием:

- семантика – свойство отражать условия, необходимые для воспроизведения данной информации;
- полилентность – одна и та же информация может использоваться для решения различных задач

Информационная подсистема (ИП) контура управления (КУ) системы управления (СУ)
силами и средствами (ресурсами) –
выделенная функционально законченная часть СУ, обеспечивающая всю совокупность
задач информационного взаимодействия в КУ ресурсами

Основные свойства функционирования ИП КУ СУ ресурсами (свойства СОИ)

Оперативность	Достоверность	Устойчивость	Скрытность	Непрерывность
Способность СУ решать задачи с упреждением в действиях, своевременно реагировать и влиять на все изменения обстановки	Степень соответствия получаемой СОИ информации фактической (действительной) обстановке в зоне ответственности (действия)	Способность СУ эффективно выполнять свои функции в условиях противодействия, собственных и естественных помех	Способность СУ исключать/затруднить раскрытие содержания и факта своих действий	Способность СУ решать свои задачи в полном объеме без перерывов в пространстве, времени, диапазоне значений

Критерии, факторные зависимости: вариант их группировки по свойствам ИП КУ СУ (СОИ)

$O_i = \varphi(t_i, \sigma_i, \sigma_x, \sigma_v, K, V, \dots)$	$D_i = \gamma(D, F, R, Q, d, \delta, \dots)$	$U_i = \lambda(P_c, P_x, K_{cd}, P_{пз}, \dots)$	$S_i = \xi(P_{cp}, P_{cf}, P_{пз}, P_{пс}, \dots)$	$N_i = \eta(R, L, d, B, P, I, \dots)$

Наиболее характерные показатели оценки информационного качества СОИ

Время устаревания, $t_y = t_p + t_{кпр} + t_{пр} + t_{рс} + \dots$	Коммулятивная вероятность достижения цели, P .	Вероятность доведения в СОИ данных, P_c .	Вероятность скрытного разведывания СОИ, P_{cp} .	Площадь зоны действия СОИ, $S_{oi} \approx B \cdot L, \approx \pi \cdot R^2$.
Работное время сил, $t_{рс}$.	Дальность действия КУ СУ, R .	Надежность использования, $P_{ен}$.	Скрытность представ-я инф-и, $P_{ст}$.	Информативность сообщения СОИ, I_c .
Погрешность оценки места, σ_m .	Межресурсный интервал, d .	Вероятность безотказной работы, $P_{ср}$.	Скрытность действий ИП, P_d .	Поток ценных сообщений СОИ, $N_{цс}$.
Параметры движения сил, K, V .	Избыточность сообщений, δ .	Надежность обеспечения СУ, $P_{ос}$.	Скрытность применения сил, $P_{по}$.	Поток ложных сообщений, $N_{лс}$.

Система локальных критериев оценки информационной эффективности СОИ (ИП СУ):
Информационная эффективность: $W = \Psi(O_i, D_i, U_i, S_i, N_i)$. Модель: $W = O_i \cdot D_i \cdot U_i \cdot S_i \cdot N_i$.
Ценность информации: $Z = \log(P_{aps}/P_{apg}) / \Delta I$. Информационно-техническая избыточность: $\Delta_{инт}$.
Критерий локальной оптимизации: $J_{изопт} = \text{ArgMax} \{ <W_m>_{\max}, Z_{\max}, W_{\max}, \Delta_{инт}, \dots \}$

Рис.1. Основные свойства информации и критерии оценки систем обработки информации

Непосредственно в состав процессов информационно-аналитического обеспечения развития современных сложных организационно-технических систем типа корпоративных, муниципальных и федеральных ИКС, должны входить [6–7]:

- системная постановка задачи развития ИКС, их ПУР (получение задания в рамках выполняемых НИОКР, бизнес-проектов и других форм развития ИКС);
- формирование базы фактологических данных по альтернативным вариантам, проблемам развития ИКС и принятым ПУР (история вопроса);
- сбор и систематизация данных по используемым терминам и понятиям (классификация и структурирование информации в предметной области);
- сбор и систематизация знаний, сведений по лучшим практикам построения ИКС, принятым ПУР (вариантная информационная база);

- анализ и уточнение собранной информации по ключевым аспектам синтеза ПУР в процессе создания ИКС (дополнительный информационный поиск);
- анализ собранной информации с целью построения гипотез, выявления причинно-следственных связей, определения тенденций, прогнозов развития ИКС;
- формирование отчётных материалов в заданном формате с изложением основных положений аналитического обзора ИКС и ПУР (текст анализа);
- формулирование информационно-аналитических выводов (текст синтеза);
- согласование результатов ИАО развития ИКС и ПУР с экспертами и руководством (редактирование документа по итогам анализа и синтеза);
- оформление документа, передача его адресату и получение заключения о соответствии выполненного ИАО развития ИКС и ПУР исходным требованиям (выполнение задания).

В контексте изложенного следует подчеркнуть особое значение квалиметрического оценивания ПУР в процессе развития ИКС с приоритетом именно системных критериев и показателей развития современных ИКС.



Рис.2. Схема функционирования гидроакустической системы «Вектор»

2. Системные аспекты методического и методологического обеспечения развития современных СУ и обеспечивающих их ИКС

Рассмотрев системные аспекты ИАО развития СУ, ИКС среди системных аспектов методического и методологического обеспечения их развития с учётом [7–10] выделим, прежде всего:

- использование концептуального аспекта поиска и реализации оптимальных ПУР при развитии ИКС, состоящего в декларировании (публикации) системы методологических подходов (концепций, базовых принципов) и соответствующих методик системного развития ИКС с главной целью поиска, обоснования и реализации оптимальных (наилучших из возможных альтернативных) ПУР (обеспечение информационной прозрачности концептуального развития ПУР при развитии ИКС);
- использование факторного аспекта развития ИКС, состоящего в непрерывном наблюдении и всестороннем учёте всей системы факторов, воздействующих и определяющих эффективность функционирования ИКС. Среди средств обеспечения – методики и комплексы мониторинга (наблюдения во времени и пространстве) фактического и прогнозируемого качества, рисков и безопасности ИКС, а также прогнозируемого качества ИКС при соответствующем квалиметрическом обеспечении альтернативных вариантов ПУР при развитии ИКС. Включая штатные и нештатные условия функционирования и развития событий, в том числе по специальным запросам (заданиям) лиц обеспечивающих (ЛОР) и принимающих (ЛПР) проектные и управленческие решения (обеспечение информационной прозрачности факторного анализа и синтеза ПУР при развитии ИКС);
- использование системно-элементного или системно-комплексного аспекта, состоящего в выявлении, анализе, качественном и количественном описании свойств, характеристик и параметров элементов, составляющих данную ИКС (обеспечение информационной прозрачности ПУР по архитектурному развитию ИКС);
- использование системно-структурного аспекта, заключающегося в выявлении внутренних связей и зависимостей между элементами данной ИКС и позволяющего сформировать модель организации исследуемой ИКС (структуры, архитектуры, состава), концепцию обоснования ПУР (обеспечение информационной прозрачности ПУР по функциональному развитию ИКС);

- использование системно-функционального аспекта, предполагающего выявить функции ИКС и решаемые задачи достижения заданных целей (обеспечение информационной прозрачности валидности ПУР при развитии ИКС);
- использование системно-целевого аспекта, означающего необходимость научно обоснованного определения целей и подцелей ИКС, их взаимной увязки между собой и разработки соответствующих ПУР (обеспечение информационной прозрачности целеполагания ПУР развития ИКС);
- использование системно-ресурсного аспекта, заключающегося в обоснованном выявлении ресурсов, необходимых для функционирования ИКС и соответствующих ПУР (обеспечение информационной прозрачности ресурсной достаточности и безизбыточности ПУР);
- использование системно-интеграционного аспекта, состоящего в определении совокупности качественных свойств ИКС, обеспечивающих её целостность и особенность (обеспечение информационной прозрачности системной целостности ПУР при развитии ИКС);
- использование системно-коммуникационного аспекта, означающего необходимость выявления внешних связей данной ИКС с другими, то есть, её связей с окружающей средой (обеспечение информационной прозрачности ПУР по коммуникационному и межсистемному взаимодействию при развитии ИКС);
- использование системно-исторического аспекта, позволяющего выяснить условия во времени возникновения исследуемой ИКС, пройденные ею этапы, современное состояние, а также возможные перспективы развития (обеспечение информационной прозрачности ПУР по эволюционному развитию ИКС).



Рис.3. Пример информационного анализа и концептуального синтеза ПУР при обеспечении безопасности системы «Город – Область – Регион»

В контексте названных аспектов на рисунке 3 в соответствии с [7] приведён пример методически системного представления и концептуального решения проблемы информационно-коммуникационного обеспечения безопасности сложнейшей организационно-технической системы «Безопасный город – Область – Регион».

Как показано на рисунке 3, одним из неформализуемых и трудно учитываемых факторов в сложных ИКС является так называемый «человеческий фактор» (ЧФ). Компенсация его негативного влияния на качество сложных организационно-технических систем может быть методологически обеспечена реализацией концептуальных принципов обеспечения, мониторинга и контроля её информационной прозрачности, прозрачности результативности действий и централизации упреждающего управления. В том числе на базе использования ключевых технологий обеспечения

комплексной безопасности, включающих квалитетическую оптимизацию комплексных ПУР, иерархию контуров управления по уровням решаемых задач, уровням ответственности и контроля.

3. Системные аспекты информационного анализа, синтеза и оптимизации проектных и управленческих решений в процессе развития СУ и их ИКС

Рассмотрев системные аспекты методологического обеспечения развития сложных ИКС, отметим особую важность системного обеспечения проблемы информационного анализа и синтеза ПУР, причём именно системного обеспечения в контексте автоматизированных систем поддержки принятия ПУР (АСППР).

Несмотря на известную доступность учёта данного аспекта, практика поиска оптимальных ПУР, как правило, недостаточно обеспечивается подобными средствами. Структура и возможности большинства АСППР, как правило, ориентированы на решение специализированных задач. Тем самым они не могут быть отнесены к классу универсальных средств, инвариантных к специфике прикладных задач. Более того, задачи оптимизации ПУР при многовариантном анализе в АСППР в прямой постановке, как правило, не ставятся, а методический «арсенал» решения многокритериальных задач оптимизации решений используется в лучшем случае по предпочтениям их разработчиков.

Так, например, при информационном анализе и синтезе ИКС, поиске оптимальных ПУР крайне редко используются возможности известного метода корневой чувствительности [11], не смотря на его сравнительную простоту.

Так, практически редко используются возможности параметрического и структурного анализа и синтеза при обосновании направлений формирования вариантов решений. Анализ отечественных и зарубежных публикаций по проблематике синтеза и оптимизации проектных решений подтверждает перспективность в ряде технических приложений методов корневой чувствительности, чувствительности спектральных задач для пучков матриц и параметрических матриц, вычисления параметрических чувствительностей первого и более высоких порядков для собственных частот линеаризованных уравнений. Выявлены основные проблемы при реализации вычислительных алгоритмов и соответствующих методов, моделей и вычислительных схем, а также определены возможности использования специфики построения матриц математических моделей качества ИКС.

Это позволяет обосновать и сформулировать требования и предложения по архитектуре, алгоритму, интерфейсу и технологии АСППР анализа, синтеза и оптимизации комплексных ПУР. Отличием этой технологии является, прежде всего, наличие в составе АСППР специализированного модуля обоснования направлений развития параметров и характеристик альтернативных решений в процессе их синтеза и оптимизации, в т.ч. при использовании аддитивной и мультипликативной модели скаляризации векторного критерия оценки качества ИКС, как наиболее сложного функционального элемента СУ. Это позволяет практически впервые в подобной практике автоматизировать задачу синтеза и оптимизации комплексных решений с соответствующим мониторингом и регистрацией качества альтернативных решений и с существенным снижением риска ЛОР и ЛПР.

Одним из перспективных методологических подходов для обеспечения АСППР и в условиях интенсивного развития информационных технологий следует признать концепцию полимодельного анализа и синтеза сложных организационно-технических систем. Она базируется на одновременном использовании всех (большинства) известных и доступных моделей (например, структурного, параметрического синтеза ПУР, моделей агрегирования и др.) и соответствующих АСППР (например, комплекса моделей и АСППР профессора А.И. Костогрызова, профессора Н.В. Хованова и др.).

4. Системные аспекты безизбыточного развития ИКС и их классификации

Минимизация избыточности, как меры возможностей, превышающих необходимые для решения требуемых задач и достижения заданных целей, является, как хорошо известно, важнейшим резервом совершенствования сложных систем.

Вместе с тем, в системном аспекте, этот вопрос при развитии ИКС очень часто остаётся за рамками качественного и количественного анализа. Как следствие, необоснованно возрастает структурная и функциональная избыточность ИКС, завышаются их информационно-технические характеристики, но снижаются ресурсные параметры, необоснованно расширяется номенклатура разрабатываемых ИКС. Конечно, большую негативную роль в этом аспекте играют вопросы специфического развития современного рынка, отсутствие должных механизмов регулирования, в том числе в части информационной прозрачности для заказчиков результатов сертификационных испытаний ИКС, реальных значений их параметров и, особенно, сравнительных характеристик.

Пожалуй, одним из ярких тому подтверждений следует назвать факт отсутствия, например, систем классификации средств защиты информации (СЗИ) [12], широко распространённых и общепризнанных, согласованных с ФСТЭК РФ. Систем классификации СЗИ, например, аналогичных системе классификации специальных технических СЗИ Дворянкина С.В. (2003 г.).

Как следствие, это привело к тому, что СЗИ в Государственном реестре сертифицированных СЗИ при их общем числе более 2500 и отсутствии классификационных признаков представляют

собой неструктурированную базу данных. Её использование при обосновании ПУР в процессе развития СИИ является с учётом факта отсутствия данных рейтинг-анализа весьма проблематичным.

5. Системные аспекты технологического обеспечения задач информационного анализа и синтеза современных ИКС в составе СУ

Системные аспекты технологического обеспечения развития ИКС, разработки и внедрения новых структурных, функциональных, технических и технологических решений особенно ярко проявляются при рассмотрении всего жизненного цикла изделий (ЖЦИ). Выбор предпочтительных информационных технологий (ИТ) в обеспечение ЖЦИ в настоящее время представляет собой практически для большинства предприятий наисложнейшую и крайне ресурсоёмкую задачу.

Представленная на рисунке 4 проблема вариантного выбора и оптимизации комплекса ИТ для информационного обеспечения управления ЖЦИ в составе соответствующих подсистем ИКС (ПОЖЦИ) характеризуется крайне сложным характером обоснования ПУР в условиях многокритериального (более 30) и многовариантного анализа альтернатив (более 50) при крайне низкой точности используемых исходных данных (из источников преимущественно рекламного характера, отсутствия сравнительных данных тестирования и т.п.) и весьма высоких рисков ЛОР и ЛПР (при стоимости проектов внедрения от трех до пяти миллионов рублей).

При этом, даже состав ИТ обеспечения ЖЦИ сегодня превышает более 15 ИТ, включая специализированные технологии типа ITIL.



Рис.4. Проблема обоснования состава ИТ подсистемы обеспечения ЖЦИ (ПОЖЦИ)

В этих условиях, как никогда ранее встаёт проблема квалиметрического анализа альтернативных вариантов построения ПОЖЦИ (как одного из представителей класса ИКС в составе СУ) и системного обоснования соответствующих ПУР.

Перед тем, как перейти к конструктивным предложениям в свете рассматриваемых системных аспектов информационного анализа и синтеза оптимальных ПУР выделим в качестве одного из других важнейших системных аспектов развития ИКС и обоснования соответствующих ПУР проблемы их внедрения.

6. Системные аспекты внедрения новых информационных технологий

К сожалению, ранее названный «человеческий фактор», как критический фактор развития современных ИКС, при внедрении новых ИТ проявляется особенно остро, что в системном аспекте развития ИКС и обоснования оптимальных ПУР, естественно, требует неперемного учёта.

На рисунке 5 в систематизированном виде с учётом результатов специально проведённых исследований [13, 14] приведены 12 основных факторов и пример количественной их оценки, учёт которых при внедрении новых высокотехнологичных ПУР и соответствующие упреждающие управленческие мероприятия позволят обеспечить успешное внедрение проекта в целом.

Тем самым, как показывают приведённые на рисунке 5 данные, системные аспекты внедрения ПУР при развитии ИКС являются наиважнейшими и требующими неперемного учёта при обосновании оптимальных ПУР в процессе развития сложных организационно-технических систем. К их числу в полной мере следует относить современные ИКС в составе СУ.



Рис.5. Основные факторы успешной реализации ПУР при внедрении новых технологий, проектов

При этом должны учитываться риски всех участников внедренческих процессов, возможность их «системного сопряжения», а также возможность и пути совершенствования методик и технологий подготовки специалистов-системотехников при решении оптимизационных задач. В том числе с практическим освоением и использованием в процессе подготовки и переподготовки кадров всего «арсенала» средств поддержки принятия ПУР, включая АСППР типа «ASPID», «APIS», КРОПУР», «АСОР» [14].

В качестве иллюстрирующего примера на рис. 6 приведён пример решения оптимизационной задачи по выбору технических средств защиты информации (ТСЗИ) класса аппаратуры акустической и виброакустической защиты (АВЗ) [11, 12] по названным 6 моделям предпочтений заказчика.

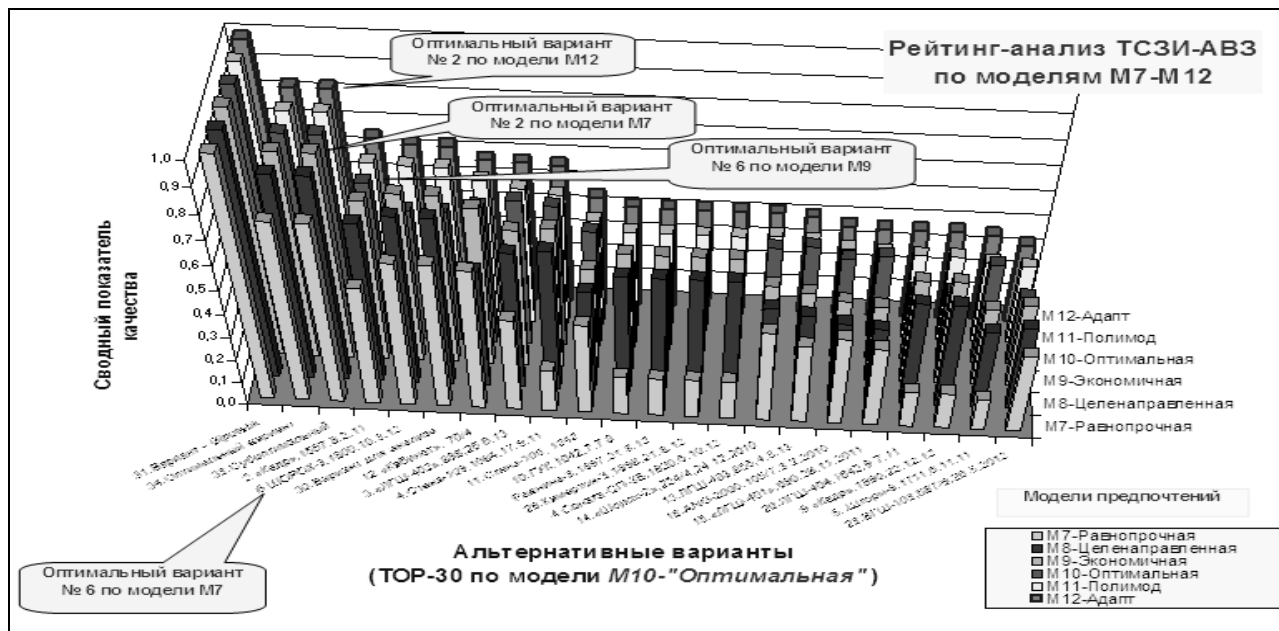


Рис.6. Пример реализации концепции оптимизации ПУР при выборе ТСЗИ по технологии АСОР

Другой пример информационного анализа и синтеза оптимальных ПУР применительно к задаче проведения поисковых исследований по оценке перспективных информационных технологий и систем управления в условиях сетецентрического взаимодействия и противоборства сторон (СВУ-СЦВ) приведён на рисунке 7.

Рекомендуемая к использованию при выполнении системных полимодельных исследований технология КРОПУР с последующим её развитием в форме технологии анализа, синтеза и оптимизации комплексных решений (технологии АСОР) к настоящему времени прошла успешную, многовариантную и всестороннюю апробацию в целом комплексе исследований [5–7]. В том числе посвящённых сравнительному количественному анализу качества (рейтинг-анализу) разнородных средств и систем обработки и защиты информации в интересах обоснования закупок и ресурсных

затрат, рейтинг-анализу информационных технологий обеспечения жизненного цикла изделий крупных компаний и их объединений [8–13].

Опыт её применения позволяет рекомендовать технологию АСОР в качестве базового методического аппарата с соответствующими АСППР, обеспечивающими формирование и актуализацию баз данных в соответствующих предметных областях с обоснованием оптимальных ПУР в поле многовариантных альтернативных вариантов и квалиметрических полимодельных оценок.

Это подтверждает возможность создания при системном анализе ПУР равных условий и сопоставимости альтернативных вариантов ПУР, а также возможность минимизировать информационный дефицит при выполнении комплексного квалиметрического рейтинг-анализа в интересах верификации данных и оценки валидности оптимальных решений.

Достигнутый уже сегодня масштаб сформированных баз данных альтернативных вариантов ПУР, например, по выбору средств обеспечения защиты информации класса межсетевых экранов [11, 12] составляет более 160 моделей, для средств антивирусной защиты – более 25 моделей, для IDS/IPS – более 15 моделей. По каждому из вариантов сравниваемых средств в базе данных представлены в систематизированном и «рафинированном» виде практически все функционально значимые характеристики и параметры средств, что весьма актуально при обосновании их развития и формировании требований.

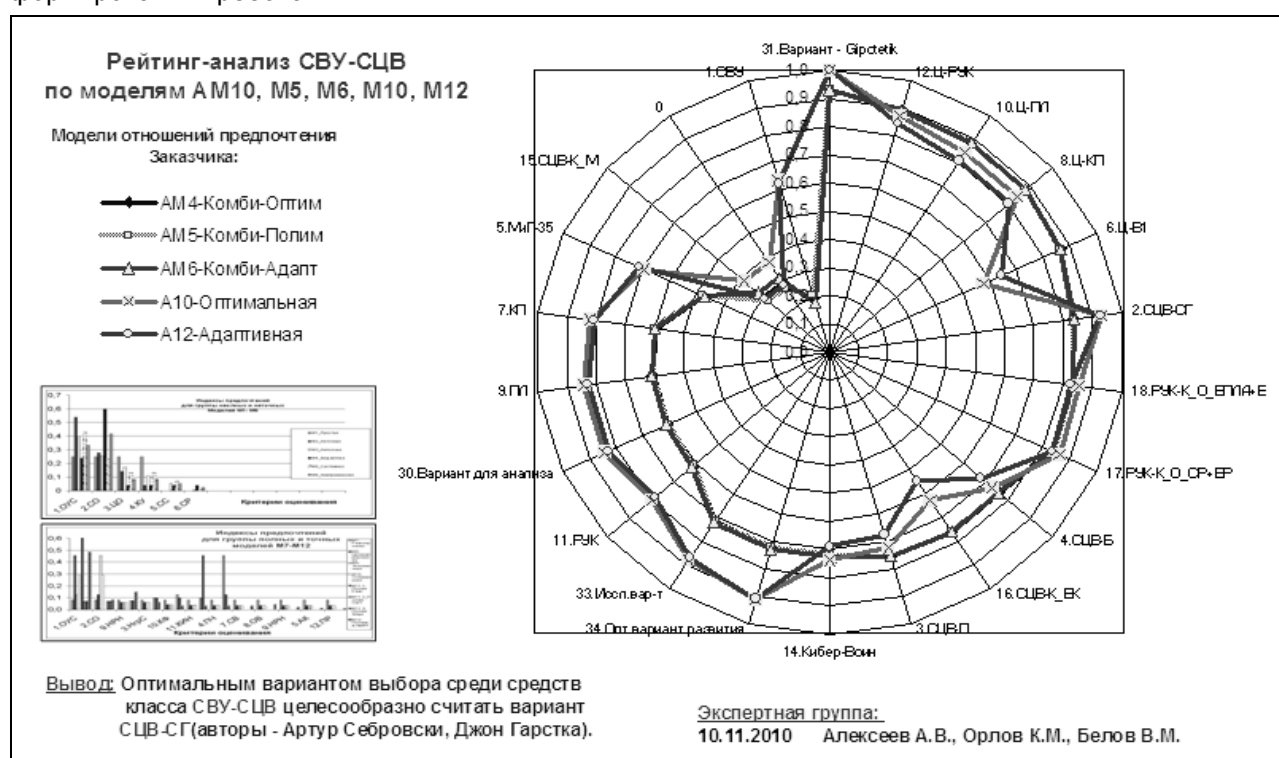


Рис.7. Пример реализации концепции оптимизации ПУР для СВУ-СЦВ

Результаты выполненных исследований подтвердили, прежде всего, реальную возможность и актуальность оптимизации структур и системных параметров комплексного использования разнородных средств, а также возможность оценки устойчивости ПУР в различных условиях функционирования сложных организационно-технических систем (см. рисунки 3, 9, 10). Это может быть результативно использовано, прежде всего, при проведении аудита, аттестационных и сертификационных испытаний, а также при обосновании программ развития, разработке и сравнении ряда бизнес-проектов.

Заключение

Выполненный анализ системных аспектов развития современных СУ и обеспечивающих их ИКС, анализ системных аспектов информационного обоснования оптимальных ПУР показывает всё возрастающую их актуальность и практическую значимость и, особенно, в условиях интенсивного развития ИТ, возрастания структурной и функциональной сложности современных СУ и ИКС.

При этом, среди практических рекомендаций по их непременно учёту в процессе анализа, синтеза и оптимизации ПУР могут быть названы:

1. Гармонизация системных принципов обоснования ПУР при построении, создании и функционировании СУ и ИКС в их составе, обеспечивающих максимальную реализацию эмерджентных возможностей системы, как целостного образования.

2. Альтернативность АСОР (многоаспектность, многокритериальность, полимодельность) в процессе развития СУ и ИКС, типизации их связей, определения атрибутики, влияния внешних и внутренних факторов функционирования ИКС, формирования моделей ИКС, методов их исследования, многовариантность структур и функционала ИКС. При этом, чем выше порядок сложности анализа и его вариантность, тем меньше возможность и доля системных ошибок и системных рисков, цена которых для сложных СУ и ИКС существенно возрастает.

3. Обязательность квалитетического обеспечения АСОР с соответствующим мониторингом и контролем эффективности принимаемых ПУР, в том числе с использованием систем критериев оценки информационного качества СУ и ИКС (оперативности функционирования, достоверности данных и ценности информации, устойчивости, скрытности и непрерывности процессов информационного взаимодействия и противоборства, единства информационного пространства).

4. Непрерывность верификации (мониторинг), контроля характеристик СУ и ИКС, а также валидности ПУР, как сложных информационных объектов на соответствие требованиям заказчиков по предназначению, включая оценку системных показателей функциональной полноты ПУР P_N (целостность решения задач), оценку индекса эмерджентности системы E_N , индекса развития системы и совершенства (оптимальности) принятых ПУР W_N .

5. Мониторинг результативности (оптимальности) реализации принятых ПУР на всех этапах жизненного цикла сложных систем (изделий), включая процессы АСОР при концептуальном и техническом проектировании, создании, освоении и использовании СУ и их ИКС.

6. Системотехническое обоснование направлений, вариантов и программ развития СУ и ИКС на основе полимодельного многокритериального квалитетического рейтинг-анализа альтернативных вариантов ПУР с обязательной верификацией используемых данных и оценкой их валидности.

7. Формирование системных компетенций специалистов, участвующих в процессе обоснования, оптимизации ПУР в процессе развития и эксплуатации СУ и обеспечивающих их ИКС.

Учёт названных аспектов АСОР и рекомендаций позволит при обосновании развития СУ и ИКС минимизировать, прежде всего, возможность системных ошибок, системных рисков заказчиков и разработчиков соответствующих систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Захаров И.Г. Обоснование выбора. Теория практики. СПб.: Судостроение, 2006. 528 с.
2. Охтилев М.Ю., Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. М.: Наука, 2006. 410 с. (Информатика: неограниченные возможности и возможные ограничения).
3. Блауберг И.В., Садовский В.Г., Юдин Э.Г. Системный подход в современной науке / В кн.: Проблемы методологии системных исследований. М.: Мысль. 1970. С. 7–48.
4. Морская радиоэлектроника: Краткий справочник / Под ред. В.А. Кравченко. СПб.: Политехника. 2002. 270 с.
5. Алексеев А.В. Технология и программный комплекс квалитетической ранговой оценки качества сложных информационно-аналитических систем / материалы IX всероссийской научно-практической конференции МОРИНТЕХ-ПРАКТИК «Информационные технологии в судостроении – 2008». СПб, 2008. С 110–118.
6. Алексеев А.В. Технология квалитетической ранговой оптимизации проектных и управленческих решений / Труды Международной Научной Школы «Моделирование и Анализ Безопасности и Риска в Сложных Системах (МА БР–2007)». СПб., ГОУ ВПО «СПбГУАП» 2007. С. 285 – 290.
7. Алексеев А.В. Оптимизация проектных и управленческих решений при комплексном обеспечении безопасности большого города // Безопасность большого города / Сб. ст. под ред. Э.И. Слепая. С.-Петербург: Издательство Сергея Ходова, 2007. С. 400–418.
8. Алексеев А.В. Классификация и рейтинг-анализ средств защиты информации основных классов. / Информационная безопасность регионов России (ИБРР–2009). VI Санкт-Петербургская Межрегиональная конференция «Информационная безопасность регионов России (ИБРР–2009)». Санкт-Петербург, 28–30 октября 2009 г.: Труды конференции \ СПОИСУ. – СПб, 2010. С. 166 – 172.
9. Алексеев А.В. Информационно-аналитическое обеспечение развития сложных организационно-технических систем управления / Региональная информатика (РИ–2010). XII Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика (РИ–2010)», СПб., 20–22 октября 2010 г.: Труды конференции \ СПОИСУ. – СПб, 2010. С. 29.
10. Алексеев А.В. Системные аспекты информационного анализа, синтеза и оптимизации проектных решений / Там же. С. 29–30.
11. Алексеев А.В. Использование метода корневой чувствительности при анализе и синтезе комплексных систем информационной безопасности / Там же. С.86–87.
12. Алексеев А.В. Классификация средств обеспечения безопасности информации / Там же. С.87–88.
13. Алексеев А.В. Технология информационного обеспечения рейтинг-анализа, синтеза и оптимизации решений компании / Там же. С.170.
14. Алексеев А.В. Методика подготовки специалистов-системотехников при решении оптимизационных задач / Там же. С.222.
15. Орлов К.М. Возможности использования многомерной визуализации и обработки данных в информационно-аналитических системах специального назначения / Там же. С. 361–362.

Афанасьев С.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ТРАНСФОРМАЦИЯ IDEF ДИАГРАММ В ДИАГРАММЫ UML**

Введение

Формальное моделирование является важной частью процесса создания программного продукта на всех этапах разработки. Диаграммы структурного системного анализа IDEF использовались и продолжают использоваться целым рядом организаций для построения функциональных моделей бизнес-процессов. В частности активно используются нотации IDEF-0 и IDEF-3 для моделирования программного обеспечения. Основным недостатком данных нотаций связан с отсутствием явных средств для объектно-ориентированного представления моделей сложных систем. Ограниченные возможности этих нотаций графических моделей объектно-ориентированных программ существенно сужают диапазон решаемых с ее помощью задач. Именно наличие таких ограничений, а также наличие дополнительных возможностей в UML, в виде генерации программного кода по графической модели, позволяет говорить о необходимости трансляции (преобразования) формальных моделей, т.е. трансляции моделей на основе IDEF в формальные модели на основе UML, что существенно облегчает модификацию программ. Функциональное тестирование, в свою очередь, неотъемлемая часть обеспечения качества разработки программного продукта. Построение механизма трансляции формальных моделей между нотациями привело к необходимости контроля правильности передачи функционала между моделями. В статье описана постановка задачи для решения такого рода проблем на основе моделирования тестовых сценариев при помощи формальных моделей. Преимуществом современных CASE-систем (точнее моделлеров таких, как Rational Rose фирмы Rational-IBM, Together фирмы Borland, которые имеют ряд дополнительных возможностей автоматизации процесса разработки) с точки зрения проведения предварительного тестирования программ на стадии разработки является наличие средств анализа с помощью диаграмм языка моделирования UML, средств предварительного анализа кода используя объектно ориентированные метрики и средства аудита. Более того, значительно упрощается процесс реинжиниринга, т.е. внесение необходимых изменений и дополнений в программные продукты, что очень важно на стадии жизненного цикла программных систем.

1. Функциональное тестирование трансформации

Функциональное тестирование (functional testing) – процесс верификации соответствия функционирования программного продукта его начальным спецификациям. Функциональное тестирование требует значительного объема ресурсов; естественным выходом является автоматизация этого процесса. В связи с тем, что речь пойдет о трансформации (трансляции) формальных моделей, наиболее подходящим можно считать использование тестирования на основе этих моделей.

Преимущества тестирования на основе моделей заключаются в том, что:

- тесты на основе спецификации функциональных требований более эффективны, так как они в большей степени нацелены на проверку функциональности, чем тесты, построенные только на знании реализации;
- на основе формальных спецификаций можно создавать самопроверяющие (self-checking) тесты, так как из формальных спецификаций часто можно извлечь критерии проверки результатов целевой системы.

Модели обычно проще реализации, поэтому можно предположить, что тесты, хорошо «покрывающие» модель, слишком бедны для покрытия реальных систем. Поэтому требуется некоторое количество экспериментов в реальных проектах для определения качества тестового покрытия.

Модель – некоторое отражение структуры и поведения системы. Модель может описываться в терминах состояния системы, входных воздействий на нее, конечных состояний, потоков данных и потоков управления, возвращаемых системой результатов и т.д. Для отражения разных аспектов системы применяются и различные наборы терминов. Формальная спецификация представляет собой законченное описание модели системы и требований к ее поведению в терминах того или иного формального метода. Для описания характеристик системы можно воспользоваться несколькими моделями в рамках нескольких формализмов, например разных типов UML диаграмм. Обычно, чем более общей является нотация моделирования, тем больше трудностей возникает при тестировании программы на основе модели/спецификации, описанной в этой нотации. Одни нотации и языки больше ориентированы на доступность и прозрачность описания, другие – на последующий анализ и трансляцию, в частности, трансляцию спецификации в тестовый сценарий. При помощи нотации TTCN-3 (Testing and Test Control Notation) формальные описания построенных тестовых сценариев могут быть стандартизированы для дальнейшего использования.

Суть предлагаемого подхода заключается в следующем решении: любая формальная модель в нашем контексте подлежащая трансляции отображает не что иное, как функциональный алгоритм (диаграммы действия или состояния). Адаптировав к данной ситуации методы построения тестового

сценария по формальной модели, мы получим алгоритм проверки для конкретных функциональных моделей. При параллельной проверке функционала исходной модели перед трансляцией и полученной модели после трансляции мы, по отмеченным заранее, так называемым критическим точкам, можем сопоставить результаты проверки на различных этапах тестирования. В случае совпадения результатов проверки функционала в ходе двух параллельных проверок на всех этапах передачу функциональности формальной модели можно признать корректной. В случае возникновения разночтений результата можно локализовать сегмент некорректно переданного функционала. В данном случае степень детализации, т.е. частота расстановки критических точек является одним из важных критериев, влияющим на общее качество контроля и степень простоты локализации проблемной области.

На основании проведенной серии опытов по проверке оттранслированных моделей, можно будет принять решение о корректности работы транслятора в целом. Так же можно будет систематизировать погрешность трансляции, и в случае когда программно улучшить передачу функционала не будет представляться возможным, эта величина послужит значением, которое придется принимать во внимание и конечному пользователю.

Для полноты определения качества передачи функциональности необходимо учесть ряд немаловажных метрик, от которых напрямую зависит качество программных продуктов в целом. Такими метриками являются: циклическая сложность, размер класса, отклик для класса, недостаток единства, связь между объектами классов, глубина дерева наследований, число потомков. Далее приведенные метрики описаны подробнее.

2. Метрики оценки качества трансформации.

Циклическая сложность используется для того, чтобы оценить сложность алгоритма в методе. Это число испытательных случаев, которое необходимо для всесторонней проверки этого метода. Формула для вычисления циклической сложности – это число рёбер минус число узлов плюс 2. Для последовательности, где имеется только один путь, необходим только один испытательный случай. Цикл `if`, однако, имеет два варианта; если условие истинно, проверяется один путь, если ложно – второй.

Метод с низкой циклической сложностью лучше. Это может означать уменьшение тестирования и увеличение простоты кода. Циклическая сложность не может использоваться для измерения сложности класса из-за наследования, но циклические сложности отдельных методов могут быть объединены с другими мерами для оценки сложности класса. Хотя этот показатель определённо применим к сложности, он также связан со всеми другими атрибутами.

Размер класса используется, чтобы оценить простоту понимания кода разработчиками. Пороги для оценивания значения размера изменяются в зависимости от используемого языка программирования и сложности метода. Однако, так как размер влияет на простоту понимания разработчиками, классы и методы большого размера всегда связаны с высоким риском.

Отклик для класса считает набор всех методов, которые могут быть вызваны в ответ на сообщение, обращённое к объекту класса или посланное одним из методов класса. Он включает все методы, доступные в иерархии классов. Эта метрика связана со сложностью класса через число методов и количеством связей с другими классами. Чем больше число методов, которые могут быть вызваны классом через сообщение, тем больше сложность класса. Если в ответ на сообщение может быть вызвано большое количество методов, тестирование и отладка класса усложняются, так как это требует большего уровня понимания от тестировщика. Худший случай значения возможных откликов помогает распределить время тестирования.

Недостаток единства измеряет несходство методов в классе по эталонной переменной или атрибутам. Высоко единый модуль должен быть автономным; высокое единство указывает на хорошее подразделение класса. Недостаток единства или низкое единство увеличивает сложность и вероятность возникновения ошибок в течение процесса разработки. Классы с низким единством, вероятно, могут быть подразделены в два или более подкласса с большим единством.

Связь между объектами классов определяет количество других классов, с которыми связан этот класс. Это подсчитывается определением числа удалённых не наследованных связанных классовых иерархий, от которых класс зависит. Чрезмерная связность вредна для модульного проекта и не позволяет его многократное использование. Чем больше число связей, тем выше чувствительность к изменениям в других частях проекта, и поэтому обслуживание усложняется.

Глубина класса в иерархии наследований равна максимальному числу шагов от класса до корня дерева и измеряется числом классов-предков. Чем глубже класс в иерархии, тем большее число методов, возможно, он унаследует, и тем сложнее предсказать его поведение. Более глубокие деревья делают проект более сложным, т.к. используется большее количество методов и классов, но одновременно возрастает возможность повторного использования унаследованных методов.

Число потомков – это число непосредственных подклассов, принадлежащих классу в иерархии. Это индикатор влияния, которое класс может иметь в проекте и системе. Чем больше число потомков, тем больше вероятность неподходящей абстракции родителя и, вероятно, имеет место случай неверного употребления подклассификации. Но чем больше количество дочерних классов,

тем больше вероятность многократного использования, т.к. наследование – форма многократного использования. Если класс имеет большое число потомков, это может потребовать большого количества тестов для методов этого класса, что отражается на времени тестирования.

Эти и возможно другие метрики могут использоваться для определения сохранения функционала (функциональности) при трансформации диаграмм.

Заключение

Разработка методов тестирования предполагает исследование и использование результатов достигнутых в области функционального тестирования программных систем. Будут рассмотрены основные стандарты оценки качества программ и проанализированы существующие метрики качества. Также будут использоваться методы и свойства формальных моделей применяемых для моделирования объектно-ориентированного программного обеспечения.

Обязательным условием решения основной задачи является изучение реализованного в программном комплексе метода трансляции между моделями, что позволит рассмотреть вопрос с точки зрения понимания внутренних процессов трансляции. Для выявления необходимых пост- и пред- условий проверки транслятора, в процессе работы будут исследованы методы автоматической генерации тестовых сценариев на основе формальных моделей.

Как основой подход к решению задачи можно определить систематизацию тестовых критериев, выявление общих закономерностей проверки трансляции и выражение их в виде формальной структуры.

Результат этой работы поможет создать предпосылки для дальнейшего развития методов анализа моделирования и разработки новых критериев оценки качества программных систем. Значением результатов будет являться возможность их применения не только в области разработки программного обеспечения, но и в других областях знаний, таких как: планирование бизнес процессов, моделирование производственных процессов и других областях, использующих формальные модели.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев С.В., Воробьев В.И. Метрики для объектно-ориентированного проектирования сложных систем. Вестник гражданских инженеров. №4, Санкт Петербург, издательство СПбГАСУ, 2005. С. 108–114.
2. Афанасьев С.В. Использование объектно-ориентированных метрик в CFSE-системах для предварительного тестирования. // Труды СПИИРАН. Вып. 5, – СПб, Наука, 2007. С. 255–260.
3. Канер С., Фолк Д., Нгуен Е.К., Тестирование программного обеспечения. ДиаСофт, 2000. 544 с. ISBN 966–7393–42–9.
4. Дастин Э., Рэшка Д., Пол Д., Автоматизированное тестирование программного обеспечения. Лори, 2003 г., 592 с. ISBN 5–85582–186–2.
5. UML. [Электронный ресурс] <http://www.omg.org/technology/documents/formal/uml.htm>.
6. Атисков А. Ю., Воробьев В. И. Адаптивная система трансформации диаграмм бизнес-процессов в диаграммы классов // Вестник гражданских инженеров. №1(10), СПб.: СПбГАСУ, 2007. С. 83–88.
7. P.Kruchten. The Rational Unified Process. An introduction. // Rational Suite documentation. [Электронный ресурс] http://www.interface.ru/rational/rup01_t.htm.
8. Петренко А., Бритвина Е., Грошев С., Монахов А, Петренко О. Тестирование на основе моделей. [Электронный ресурс] <http://www.citforum.ru/SE/testing/model/>.

Блюм В.С., Рыжиков Ю.И.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ СЛУЖБ БЫСТРОГО РЕАГИРОВАНИЯ**

Введение

Деятельность служб быстрого реагирования (ликвидация аварий на водопроводных, тепловых, газовых и электрических сетях; неотложная и скорая медицинская помощь; внутригоспитальная реанимация; разбор и ликвидация последствий дорожно-транспортных происшествий; продажа авиабилетов; проблемы криминальной милиции; пожаротушение – в частности, в лесах; охрана государственной границы в целях пресечения наркотрафика и т.д.) может быть оценена по вероятности обработки «заявки» за некоторое директивное время. Эта вероятность может быть вычислена методами теории массового обслуживания – она же теория очередей. Требование сокращения ожидания в очередях, по справедливости говоря, должно быть предъявлено также и ко многим службам не очень быстрого реагирования: к таможенной службе, к органам юстиции и т.п. С другой стороны, при проектировании и планировании количества и качества персонала и технического оснащения упомянутых служб должна быть решена и обратная задача: экономическое обоснование минимального количества «каналов» (бригад, расчетов, нарядов, терминалов), гарантирующего своевременное обслуживание заявки с требуемой вероятностью.

Для демонстрации методологического подхода к решению проблемы оценки качества и оптимизации структуры службы быстрого реагирования рассмотрим задачу оценки аварийной службы энергоснабжения района.

1. Оценка качества и оптимизация структуры аварийной службы района

Пусть форма района близка к окружности и имеет диаметр 600 км. Район потребляет мощность 200000 кВт в час, подводимую от внешнего источника по линиям напряжения 110 кВ. Это напряжение

подводится к 10-ти зонам обслуживания, где понижается до 6 кВ, после чего распределяется между 10-ю потребителями в каждой зоне.

Известны (см. табл.1): состав электрооборудования, интенсивности отказов в год для основных элементов оборудования (λ_i), среднее время устранения аварии по каждому типу элементов [1].

Таблица 1

Исходные данные для оценивания качества и оптимизации структуры аварийной службы района

Наименование	Мера	Частота аварий в год	Ср. время восстановления
1. Линии передач			
– воздушные 110 кВ	4500 км	54	4
– воздушные 6 кВ	2500 км	37,5	8
– кабельные 6 кВ	2500 км	200	16
2. Трансформаторы			
– 110 кВ – 6 кВ	5	0,2	90-120
по 50000 кВА			
– 6 кВ – 380 В	100	0,5	90-120
по 2800 кВА			
3. Распределительные устройства			
– 100 кВ	11	0,33	25
– 6 кВ	10	0,20	15

Будем считать время восстановления для каждого элемента оборудования постоянным. Учитывая малую относительную частоту отказов трансформаторов и распределительных устройств, для простоты изложения не будем их учитывать в расчёте.

Время занятости бригады на конкретной аварии складывается из чистого времени ремонта и времени проезда к месту аварии и обратно. Будем считать аварию с равной плотностью вероятностей происходящей в любой точке района. Тогда дифференциал $\varphi(r)dr$ плотности распределения расстояния r от центра района до места аварии и k -й момент t_k времени проезда в оба конца при средней скорости v определяются выражениями:

$$\varphi(r)dr = \frac{2\pi r dr}{\pi R^2} = \frac{2r dr}{R^2}, \quad 0 \leq r \leq R,$$

$$t_k = \int_0^R \left(\frac{2r}{v} \right)^k \frac{2r dr}{R^2} = \frac{2}{k+2} \left(\frac{2R}{v} \right)^{k+1}, \quad k=1,2,\dots$$

При $R = 300$ км и $v = 60$ км/час получаем

$$t_k = \frac{2}{k+2} 10^k, \quad k=1,2,\dots$$

В частности, при $k=1$ среднее время t_1 равно

$$t_1 = 10 \times \frac{2}{3} = 6.67 \text{ час.}$$

Моменты чистой длительности ремонта равны

$$\tau_k = \sum_{i=1}^3 \frac{\lambda_i}{\Lambda} \tau_k^{(i)}, \quad k=1,2,\dots,$$

где $\{\lambda_i\}$ и $\{\tau_k^{(i)}\}$ – данные из таблицы 1 для соответствующих линий передачи электроэнергии, а $\Lambda = \sum_i \lambda_i$. Моменты распределения суммарного времени занятости бригады на устранении аварии можно получить свёрткой моментов распределений длительностей проезда и ремонта с помощью процедуры CONV [3].

Вычислим загрузку ρ «одноканального» устройства обслуживания:

$$\hat{\rho} = \Lambda(t_1 + \tau_1)\{\lambda_i\}.$$

В нашем случае

$$\Lambda = 54 + 37.5 + 200 = 291.5 \text{ 1/год.}$$

Тогда

$$\tau_1 = (4 \cdot 54 + 8 \cdot 37.5 + 16 \cdot 200) / 291.5 = 12.75 \text{ час.}$$

В году 8760 часов. Следовательно, загрузка

$$\hat{\rho} = 291.5 \cdot (6.67 + 12.75) / 8760 = 0.646.$$

Поскольку $\hat{\rho} < 1$, то с расчётным объектом работы может справиться и одна бригада. Однако вопрос об оптимальном числе бригад следует решать с учётом экономических факторов.

В стоимость технологического процесса включим:

– Оплату персонала (четыре смены по три человека со средним окладом 200 долл. в месяц), т.е. $200 \cdot 12 \cdot 12 = 28800$ долл.

– Оплату специализированной автомашины (исходная стоимость $C = 12000$ долл., годовые эксплуатационные расходы о амортизационные отчисления около 0,2 – итого 2400 долл.).

Всего годовая стоимость содержания бригады $C_{бр} = 31,2$ тыс. долл.

Ущерб от недостаточного числа бригад связан с дополнительной задержкой в восстановлении энергоснабжения. Для укрупнённых расчётов этот ущерб примем равным 0.8 долл. за киловаттчас недопоставленной энергии [2].

Очевидно, что авария на линии 110 кВ приводит к отключению всех потребителей зоны (20 МВт), а на линии 6 кВ – одного потребителя (2 МВт).

Тогда средневзвешенные потери $\tilde{W}$ составят

$$\tilde{W} = \frac{54 \cdot 20 + 237.5 \cdot 2}{291.5} \cdot 0.8 = 4.27 \text{ тыс. долл.}$$

за час дополнительной задержки. Среднее число случаев задержки равно ожидаемому числу аварий в год (291.5), а средняя задержка – функция числа бригад $\omega(n)$, определённая как среднее время ожидания начала обслуживания в соответствующей n -канальной системе обслуживания. Следует выбрать такое значение количества бригад n , при котором функция

$$L(n) = 31.2n + 4.27 \cdot 291.5 \cdot \omega(n) = 31.2n + 1244.7\omega(n)$$

имеет минимальное значение.

Табулирование этой функции было выполнено в цикле по n с помощью процедуры расчета СМО вида $M/H_k/n$, вычисления средней длины очереди и последующего применения формулы Литтла [4].

Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2

Зависимость затрат от числа бригад

n	$\omega(n)$ час.	$L(n)$ тыс. долл.
1	19.120	23833.073
2	1.330	1719.642
3	0.160	292.903
4	0.018	147.549
5	0.002	158.242

Результат вычислений показывает, что лучшим является неожиданное решение – иметь четыре бригады, что обусловлено высокой ценой «штрафа» за перебои в поставке электроэнергии.

Результаты аналогичного расчёта в простейших допущениях (показательное распределение длительности занятости бригады при том же среднем) приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты расчёта по марковской модели

n	$\omega(n)$ час.	$L(n)$ тыс. долл.
1	35.440	44137.580
2	2.260	2877.592
3	0.250	401.073
4	0.026	157.433
5	0.002	159.070

В данном случае оптимальный выбор (четыре бригады) совпадает с точным решением, а ожидаемые затраты завышены на 7%. Это объясняется исключительно большой ценой штрафа, при которой оптимум соответствует очень малому среднему ожиданию (≈ 1.5 минуты).

В качестве альтернативного подхода была рассмотрена разбивка района на n зон с четырёхсменной бригадой, закреплённой за каждой зоной. Анализ модели показал, что дробление энергорайона на зоны обслуживания в рамках сделанных допущений невыгодно.

Заключение

С позиций методологического подхода, рассмотренный пример показывает, каковы необходимые условия для доведения до числа оценки качества и характеристик оптимальной

структуры службы быстрого реагирования. Отметим следующие необходимые компоненты информационной системы, необходимой для мониторинга состояния службы быстрого реагирования:

- система непрерывного учёта технологических и статистических характеристик системы обслуживания, способной обеспечить автоматическое получение достоверных и актуальных данных о структуре и интенсивностях заявок на обслуживание, реальном числе устройств обслуживания и их производительности;

- система данных об экономических характеристиках «каналов» обслуживания, содержащая доступную информацию, как о затратах на выполнение операций обслуживания, так и цену возможных потерь при невыполнении функций быстрого реагирования;

- технологический программный комплекс (ТПК), способный на основе актуальных данных доводить до числа текущие характеристики службы быстрого реагирования и выдавать рекомендации по её оптимальному структурированию.

В качестве прототипа такого ТПК Санкт-Петербургский Институт информатики и автоматизации РАН предлагает инновационный пакет прикладных программ (ППП) «МОСТ». Разработчики ППП «МОСТ» готовы к сотрудничеству с заинтересованными организациями в решении прикладных задач и оказанию услуг по обучению работе со стартовой и профессиональной версиями пакета МОСТ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник по проектированию электроснабжения, линий электропередач и сетей» под редакцией Я.М. Большама и В.И. Круповича. – М. изд-во «Энергия». 1974. с.88
2. Л.А. Солдаткина. Электрические сети и системы. – М. Энергия, 1972. с.183
3. Рыжиков Ю.И. Компьютерное моделирование систем с очередями / ВКА им. А.Ф. Можайского. СПб., 2007.164 с.
4. Исследование операций в экономике: Учеб. пособие для вузов / Под ред. Н.Ш.Кремера. М.:Юнити, 2006.408 с.
5. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. М.: Мир, 1979. 600 с.

Бочкарев Е.А.

Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

О КЛАССИФИКАЦИИ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

В процессе управления любой организацией постоянно появляются задачи, требующие выработки определенного решения, и, как следствие, выбора основного варианта действий, реализующего данное решение.

Цель данной статьи – рассмотрение существующих классификаций методов принятия управленческих решений.

Для этого, прежде всего, нужно разобраться в основных понятиях данной области: что такое управленческие решения, какие существуют методы принятия решений и есть ли отличия обычной модели принятия решений от управленческой модели.

Что такое управленческие решения? В разных словарях можно найти различные трактовки данного определения, но т.к. цель диссертации напрямую связана с экономикой и финансами, то приведу определение из соответствующего словаря. Управленческое решение – директивный акт целенаправленного воздействия на объект управления, основанный на анализе достоверных данных, характеризующих конкретную управленческую ситуацию, определение цели действий, и содержащий программу достижения цели [6]. (Директивный – содержащий руководящее указание, распоряжение общего характера, обязательное для выполнения [7])

Какие бывают методы принятия решений? Чтобы ответить на этот вопрос, нужно чётко определить понятие решения в рассматриваемой области. Решение – это выбор наиболее приемлемой альтернативы из возможного многообразия вариантов [9]. Этот выбор основывается на оценке и сопоставлении ожидаемых результатов принятия тех или иных альтернатив с точки зрения целей (или цели), поставленных в решаемой задаче. Для принятия решения, таким образом, необходимы:

1. четко сформулированная цель;
2. список альтернативных возможностей (стратегий, т. е. вариантов распределения сил и средств и т. д.) и правила их выбора, т. е. в общем случае критерий качества решения;
3. знание факторов, которые могут повлиять на результат при принятии того или иного решения.

Классификация методов принятия управленческих решений. В первую очередь хочется отметить, что единая классификация методов принятия решения пока не разработана. Существуют варианты классификаций, сформулированные по различным основаниям путем выделения общих признаков. В рамках данной статьи предлагаю рассмотреть наиболее распространенные варианты классификаций.

По моему мнению, наиболее естественной является классификация по этапам использования в процессе принятия управленческих решений. Суть данной классификации состоит в том, что методы распределяются по этапам в процессе принятия решения, количество этапов зависит от нужной степени детализации под конкретную задачу. Например [8]:

– методы, применяемые на этапе диагностики проблемы и формулировки ограничений и критериев;

– методы, применяемые на этапе определения альтернатив;

– методы, применяемые на этапе оценки альтернатив;

– методы, применяемые на этапе выбора, реализации решения и оценки результата

Т.е. На каждом этапе определен набор методов, допустимый к использованию.

В некоторых случаях этапы разбивают на подклассы (подэтапы), тем самым получая иерархию классификаторов, для примера этап «методы, применяемые на этапе диагностики проблемы и формулировки ограничений и критериев», можно разбить на 2 подкласса (подэтапа): «Методы ситуационного анализа» и «Методы моделирования».

Следующая классификация по степени сложности: простые, принимаемые по одному критерию оценки и сложные, принимаемые по нескольким критериям. Решение может выступать и как единичный выбор (простое решение), и как система выборов на различных уровнях иерархии (сложное решение). Простое решение не может быть расчленено на составляющие. На практике большинство решений сложные - такие решения могут быть представлены в виде некоторой совокупности взаимосвязанных решений [3].

Существует вариант классификации по числу лиц, принимающих решения, — индивидуальные и групповые. В последнем случае возникает необходимость согласования индивидуальных решений.

Классификация по временному охвату: стратегические и оперативные (тактические) решения. Стратегические — это решения, определяющие направление развития организации на продолжительном отрезке времени; Оперативные — это решения, конкретизирующие стратегию и определяющие ее реализацию в небольших временных интервалах.

Возможна классификация в зависимости от объекта управления решения: экономические, социальные, психологические, политические, общегосударственные, региональные и т.д.

Вариант классификации по сфере деятельности. Такие управленческие решения подразделяются на социальные, экономические (разработка зарплатного проекта), организационные (изменение структуры организации), технические, правовые и др.

Распространена ещё и классификация по виду зависимости переменных от времени: статические и динамические. Статические (структурные) зависимости используются для изучения поведения системы в отдельные моменты времени, а динамические (функциональные) — отображают поведение системы во времени.

По юридическому оформлению решения могут быть в виде плана, приказа, распоряжения, инструкции; по способу фиксации они делятся на устные и письменные. Классифицируя управленческие решения по признаку юридического оформления, стоит помнить о разнице между приказом и распоряжением. Приказ - наиболее категоричная форма решения, обязывающая подчиненных точно выполнить решение в установленные сроки. Основанием для приказа являются постановления или распоряжения правительства, решения вышестоящих органов управления, руководителей. Распоряжение - это разновидность приказа, направленная на решение частных вопросов, исходящая не только от руководителей, но и от других лиц в пределах их компетенции [10].

Исходя из конкретики, описанной выше, очень просто понять, что как таковой «типовой» классификации на все случаи жизни не существует. Любая классификация методов принятия управленческих решений вовлечена в какую-либо конкретную область, от области зависит какие факторы (параметры) влияют на результат, степень их важности и прочие подобные характеристики. Грамотно выбранная классификация или правильное комбинирование ряда классификаций — залог успеха решения поставленной задачи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герчикова И. Н. «Менеджмент: Учебник». — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва, «ЮНИТИ», 2002.
2. Майданчик, Б.И. Анализ и обоснование управленческих решений / Б.И. Майданчик, М.Б. Карпунин, Л.Г. Любенецкий и др. - М.: Финансы и статистика, 1997.
3. Глушенко, В.В. Разработка управленческого решения / В.В. Глушенко. — г. Железнодорожный, Моск.обл.: ООО НПЦ «Крылья», 2000.
4. Кабушкин Н. И. «Основы менеджмента». — Минск, «Новое знание», 2002.
5. Растрин, Л.А. Экстраполяционные методы проектирования и управления / Л.А. Растрин, Ю.П. Пономарев. — М.: Машиностроение, 1996.
6. Брукс, П. Метрики для управления ИТ-услугами/ П. Бук. — М.: Альпина Букс, 2008.
7. Словарь русского языка в 4-х томах. Т. 1. — 1999.
8. http://www.elitarium.ru/2009/04/27/razrabotka_prinjatije_reshenij.html
9. Лопатников Л. И. Экономико-математический словарь: Словарь современной экономической науки. — 5-е изд., перераб. и доп. — М.: Дело, 2003.
10. Юкаева В.С. Управленческие решения. М.: «Дашков и К», 2007.

Васильев С.А.

Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ТИПИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

В процессе своего функционирования цифровая вычислительная машина осуществляет оперирование большим спектром разнородных виртуальных объектов. На самом нижнем уровне абстракции все программные объекты статически разделяются на следующие типы или классы [1]:

- А) физические файлы и каталоги;
- Б) устройства ввода/вывода;
- В) логические объекты операционной системы;
- Г) сетевые ресурсы.

Основной принцип взаимодействия прикладных приложений с различными объектами, принятый в наиболее распространённых в настоящее время операционных системах, графически можно изобразить следующим образом:

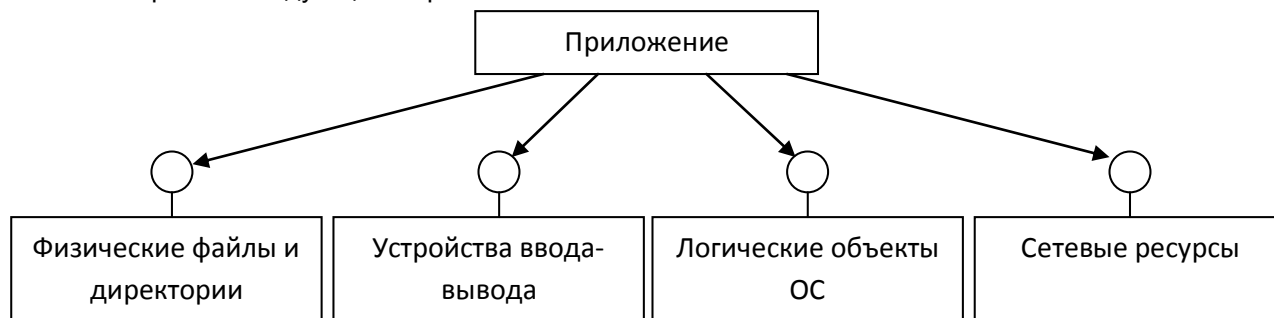


Рисунок 1. Текущая схема взаимодействия приложений с виртуальными объектами.

Таким образом, в действующей концепции типизация объектов возложена непосредственно на само прикладное приложение. Данная модель имеет свои достоинства и недостатки [2].

Используемые в настоящее время механизмы типизации виртуальных объектов на высоких уровнях представления имеют ряд существенных недостатков:

- необходимость прикладного контроля за типизацией (типизация используемых виртуальных объектов возложена непосредственно на прикладное приложение);
- ориентированность исключительно на низкоуровневые операции (чтение, запись, исполнение);
- статичность процесса типизации (результат операции типизации зависит исключительно от состояния непосредственно типизируемого объекта, но не зависит от контекста выполнения операции);
- целостность рассмотрения типизируемого объекта (при выполнении над объектом запрошенного действия не учитывается возможная составная структура объекта);
- децентрализация интерфейсов управления различными типами объектов.

Альтернативой этой модели может стать модель, в которой приложения взаимодействуют с виртуальными объектами через унифицированный программный интерфейс [3]:

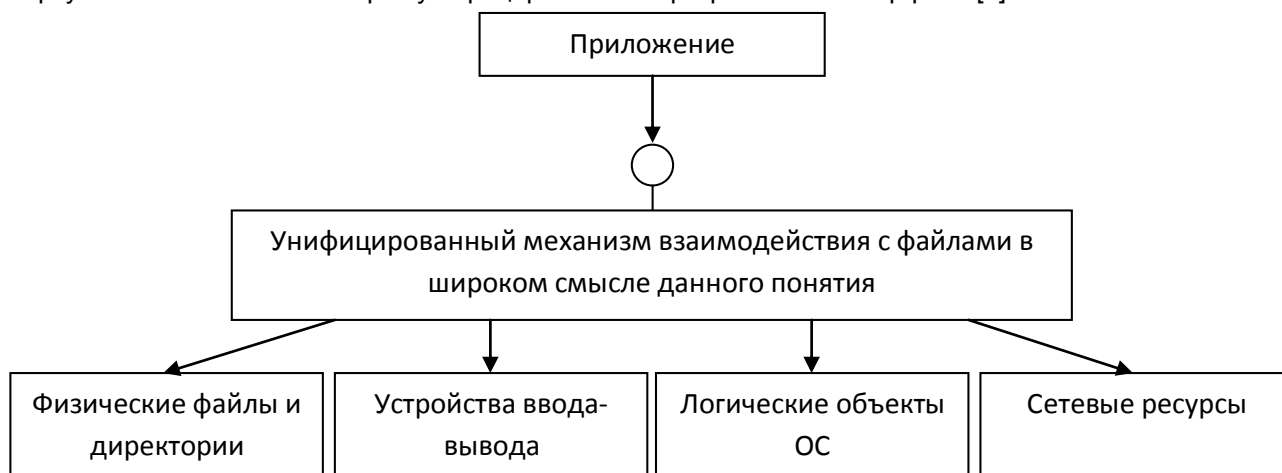


Рисунок 2. Унифицированная схема взаимодействия приложений с виртуальными объектами.

Очевидно, что следствием данной модели является существование процесса типизации конкретных экземпляров объектов, как процесс определения принадлежности объектов к конкретному

типу/классу. Также очевидно, что процесс типизации является процессом непременно сопутствующим обращению прикладного приложения к конкретному экземпляру виртуального программного объекта.

Выполнение операции доступа к любому конкретному объекту вычислительной среды в такой модели будет подразумевать успешное выполнение прикладным приложением последовательности следующих действий:

1. [типизация] определение принадлежности объекта к тому или иному классу объектов вычислительной среды и как следствие определение программного интерфейса взаимодействия с данным объектом и его реализации;

2. [интерпретация] распознавание состояния объекта при помощи полученного на предыдущем шаге интерфейса взаимодействия с объектом (определение текущего статуса и формата содержимого внутреннего контента объекта, множества допустимых в данный момент операций над объектом);

3. [непосредственно выполнение] вызов полиморфной реализации запрошенного метода чтения и/или изменения состояния объекта.

Первые два шага этапа выполнения обращения к объекту вычислительной среды представляют собой динамическую типизацию объекта. При успешном выполнении последовательности указанных операций можно говорить об успешном выполнении целевой операции над объектом и как следствие сопутствующей операции типизации объекта. При неуспешном выполнении какого-либо из двух первых шагов попытку типизации объекта, очевидно, следует считать неудачной.

В текущей модели, динамическая типизация объектов вычислительной среды на высоких уровнях представления в настоящее время имеет смысл только для физических файлов. Для остальных из перечисленных ранее категорий объектов, таких как сетевые ресурсы, логические объекты операционной системы проблема типизации не стоит, поскольку:

- отсутствует многовариантность результатов однотипных обращений к таким ресурсам;
- каждый тип ресурса так или иначе имеет собственное API взаимодействия с ним, за счёт чего обеспечивается специфичность обращения клиентских приложений к конкретным типам ресурсов, что в свою очередь обеспечивает априорное понимание приложениями того, к объектам каких типов производятся обращения;
- объекты данных типов являются атомарными и не представимы в виде иерархической структуры более простых объектов.

В унифицированной модели, когда в момент обращения к объекту по его имени прикладное приложение не знает, с объектом какого типа оно собирается взаимодействовать, данные ограничения снимаются и процесс динамической типизации становится универсально применимым для всего множества виртуальных объектов, относящихся к одному из четырёх вышеперечисленных классов, унифицируются сценарии взаимодействия прикладных приложений с разнородными объектами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев С.А. Унификация представлений объектов вычислительной среды. // Молодеж, техника, космос: мат. Молодежной секции междунар. научн.-техн. конф. «Четвертые Уткинские чтения» / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2009. – С. 87-88.
2. С.А. Васильев, А.Н. Гушин. Сущностная модель унификации объектов виртуальной программной среды. // Молодеж. Техника. Космос: труды II Общероссийской молодежной научн.-техн. конф. / Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2010. – С. 208-209.
3. С.А. Васильев. Концепция программной унификации объектов вычислительной среды. // В мире научных открытий №4 (10), Часть 11. – Красноярск, 2010. – с. 106-107.

Васюков В.М.

Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСА ВСТРАИВАЕМОЙ СИСТЕМЫ

Рассмотрение устройств управления встраиваемых систем представляет большой интерес в силу особенностей присущих именно им, таких как:

1. наличие системы режимов или состояний, изменяющих функциональность органов управления;
2. малое число органов управления и элементов представления информации;
3. необходимость размещения устройств взаимодействия не только эргономично, но и эффективно по занимаемой площади;
4. необходимость синтеза новых элементов совмещающих в себе какие-либо черты существующих.

Рассмотрим указанные особенности более подробно на примере разработки устройства индикации какой-либо физической величины, например напряжения.

По техническому заданию необходимо разработать устройство индикации напряжения (аналоговый канал 0-10 В), с возможностью задания 5 диапазонов (Авария-, Предупреждение-,

Норма, Предупреждение+, Авария+) для своевременного вмешательства оперативного персонала. Задание диапазонов должно производиться непосредственно на устройстве.

После изучения данного задания можно предложить ряд устройств которые удовлетворяют ему.

- Экран с тачскрином, без кнопок, всё взаимодействие происходит с использованием возможностей тачскрина. Достоинством данного решения является возможность вывода текста для обозначения режимов, возможность гибкого изменения расположения и формы элементов взаимодействия, в зависимости от которых будет меняться количество необходимых режимов. Недостатком будет относительно высокая стоимость данного решения.

- Дисплей или ЖК индикатор, графический или знаковосинтезирующий, с набором кнопок. Достоинством данного решения как и у предыдущего является возможность вывода текста. Недостатком является невозможность какого-либо серьезного изменения функционала кнопок после изготовления устройства, что приводит к необходимости тщательной проработки интерфейса устройства. Кроме того для индикаторов затруднено визуальное определение текущего значения отображаемой величины.

- Сегментные индикаторы с набором кнопок. Достоинство — возможность использования крупных индикаторов, что позволит улучшить читаемость выводимого значения и возможность использования цветовой индикации. Недостатками является сложность определения режима без дополнительных средств индикации и невозможность серьезного изменения функционала кнопок после изготовления устройства.

Для всех этих устройств характерно использование режимов, не рекомендуемое на персональном компьютере, во встраиваемых системах возможен компромисс между числом элементов взаимодействия и их функциональностью. Количество режимов может варьироваться от 2 (индикация измеряемой величины и режим задания уставок) до 5 (индикация измеряемой величины и по одному режиму для изменения каждой уставки). Соответственно недостатки применения режимов: сложность для пользователя — в изучении и использовании, а для разработчика - сложность выделения режима в самостоятельную единицу абстракции в рамках объектно-ориентированного подхода. Указанные недостатки могут проявляться в различной мере.

Малое число органов взаимодействия приводит к чрезмерному увеличению числа режимов, что нежелательно, и диктует необходимость более полного использования возможностей элементов ввода и управления, порождая и сделав нормой различные вариации на тему количества и времени нажатий на кнопку, многослойное управление на сенсорной панели или появление большого числа клавиш-модификаторов на клавиатурах.

Проблема эффективного размещения элементов взаимодействия встраиваемого устройства при их большом числе приводит к необходимости поиска компромисса между размером и расположением элементов, что позволяет уменьшить число режимов, а соответственно сделать разработку и использование устройства в целом проще.

Синтез новых элементов может позволить более рационально использовать имеющееся место и сделать взаимодействие с устройством проще. В представленном примере можно предложить подсвечиваемый выключатель с вращающейся ручкой. При нажатии подсветка будет сигнализировать о режиме внесения изменений в значение уставки, а вращающаяся ручка позволит вносить изменения в значение уставки.

Возможность предоставления к рассмотрению нескольких вариантов реализации данного технического задания является несомненным достоинством, так как позволит минимизировать затраты на модификацию уже существующего прототипа изделия, и позволит наглядно продемонстрировать плюсы и минусы того или иного решения, в том числе различающиеся только программной частью.

На данный момент можно выделить три языковых группы моделирования встраиваемых систем[1]:

- HDL-языки синтезируемого описания аппаратуры — основным назначением является моделирование, скорее аппаратной части встраиваемой системы, чем ее описание в целом, отличаются достаточно высокой трудоемкостью описания и внесения изменений. Построение симулятора автоматическое. Описание пользовательского интерфейса на уровне сигналов ввода-вывода.

- ADL-языки — описание моделей аппаратуры на уровне системы команд, многие языки из этой группы позволяют компилировать описания моделей для различных архитектур микропроцессоров[2], возможно автоматическое построение симуляторов описываемой аппаратуры.

- языки программирования общего назначения – детализация модели может быть сколь угодно высока, симулятор необходимо разрабатывать отдельно. Есть возможность прототипирования пользовательского интерфейса.

Рассмотрим расчет трудоемкости разработки модели встраиваемой системы для языка программирования общего назначения, так как нас в наибольшей мере интересует прототип

пользовательского интерфейса. Для этого воспользуемся методикой, описанной в [3], и ориентированной на проведение оценки стоимости работ на начальной стадии проекта при отсутствии детальных требований к разрабатываемому аппаратно-программному комплексу.

Проведем оценку прототипа проекта в баллах функциональности, основываясь на следующих параметрах:

- масштаб проекта — реализация конкретной функции ($C_1 = 1$);
- устройство работает как индикатор, поэтому будем считать что оно предназначено для

индивидуального использования ($C_2 = 1$);

- проект реализуется как встраиваемая однопроцессорная система ($C_3 = 5$).

Таким образом используя для расчета числа функциональных баллов формулу

$$FP = (C_1 + C_2 + C_3)^{2,35},$$

получим $FP = (1 + 1 + 5)^{2,35} = 96,82$.

Функционально оправданная длина кода для языка программирования общего назначения составит (для Visual C++) $S = 96,82 * 34 = 3291,88$.

Для оценки трудоемкости модели при наличии более подробного описания возможно использование расчета функционально-ориентированной метрики описанной в [4].

Исходные данные модели и особенности расчета количества функциональных блоков по рассматриваемой методике приводят к следующим значениям:

1. внешние вводы — измеряемый параметр, что соответствует одному вводу, 3 кнопки для взаимодействия с пользователем, в режиме измерений - один ввод (переход к заданию уставок), в режиме задания уставок - 5 вводов (переход к следующей уставке, переход к изменению текущей уставки, сохранение изменения текущей уставки, увеличение текущей уставки, уменьшение текущей уставки) и 1 ввод - возврат к режиму измерений. Число вводов получаем равным $1 + 1 + 5 * 4$ (число уставок, для каждой свои вводы) $+ 1 = 23$. Будем считать, что все вводы ссылаются на 1 переменную и имеют 1 элемент данных, ранг таких вводов равен 3.

2. внешние выводы — измеренный параметр, это один вывод, и 4 уставки, каждая из которых тоже является отдельным выводом, итого число внешних выводов составит $1 + 4 = 5$. Внешние выводы аналогично будем считать минимально сложными. Ранг таких выводов равен 4.

3. будем считать, что число внешних запросов, внутренних логических файлов и внешних интерфейсных файлов равно 0.

Для упрощения расчетов будем считать что все коэффициенты регулировки сложности равны 0, тогда количество функциональных указателей:

$$FP = (23 * 3 + 5 * 4) * 0,65 = 57,85$$

Число строк кода составит (для Visual C++) $S = 57,85 * 34 = 1966,9$.

Таким образом трудоемкость разработки модели встраиваемой системы при подробном описании снизилась в полтора раза, дальнейшее уменьшение трудоемкости возможно либо при использовании библиотек специализированных компонент, но тогда остается проблема множества состояний, для снятия которой уместно использовать парадигму программирования, которая имеет единицей абстракции аспект выполнения, т. е. режим. При использовании аспектно-ориентированного подхода на этапе разработки возможно уменьшение метрических характеристик на 35-45%[5].

В данной статье продемонстрировано, что кажущаяся простота пользовательских интерфейсов встраиваемых систем, при попытке моделирования даже частного случая представляет собой неожиданно объемную по трудоемкости задачу. Особенности интерфейсов встраиваемых систем, о которых упоминалось в начале статьи, и отсутствие специализированных средств прототипирования приводят к тому что разработка пользовательского интерфейса производится либо по остаточному принципу, что не всегда возможно, либо объем усилий для реализации действующего прототипа может оказаться чрезмерным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://citforum.ru/programming/embedded/languages/>
2. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.156.4410&rep=rep1&type=pdf>
3. <http://www.isa.ru/proceedings/images/documents/2007-29/152-182.pdf>
4. Технологии разработки программного обеспечения: Учебник/ С. Орлов. — СПб.: Питер, 2002. — 464 с.: ил.
5. <http://www.javable.com/columns/aop/workshop/01/>

Калачева С.Б

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В КОНТЕКСТНО-СВОБОДНОЙ ГРАММАТИКЕ

Введение

В статье описан машинный алгоритм выявления циклических правил контекстно-свободной грамматики (КС-грамматики) для того, чтобы отсечь «непродуктивные» правила и оставить только те, которые участвуют в выводе терминальной цепочки анализируемого языка. Этот алгоритм является составной частью общего алгоритма получения приведенной контекстно-свободной грамматики, который является начальным перед созданием любого компилятора. Над грамматикой перед построением компилятора выполняется ряд преобразований. Суть алгоритма состоит в том, что над грамматикой выполняется ряд эквивалентных преобразований: удаление непродуктивных правил, пустых правил, цепных правил, и левой и правой рекурсии (если это необходимо). Из теории формальных языков и грамматик [1] известно, что контекстно-свободная грамматика (КС-грамматика)

определяется как четверка множеств $G = (N, T, P, S)$, где N – множество нетерминальных символов, или нетерминалов; T – множество терминальных символов, или терминалов; P –

множество правил грамматики вида $A \rightarrow \alpha$, где $A \in N$, $\alpha \in (N \cup T)^*$, а S – начальный символ грамматики. На практике исходная грамматика не является «чистой» КС-грамматикой и используются модификации КС-грамматики. В редакторе GEdit [3] реализован алгоритм удаления циклических правил для КС-грамматики в регулярной форме (КСР-грамматики). КСР-грамматика это специальный вид КС-грамматики, отличающийся тем, что правая часть правил является обобщенным регулярным выражением над объединённым алфавитом терминалов, нетерминалов и, возможно, семантик. По определению КСР-грамматик каждому нетерминалу соответствует единственное правило.

Обобщенное регулярное выражение [2] представляет собой последовательность нетерминалов, и терминалов, разделенную знаками бинарных операций объединения (';'), произведения ('.') и обобщенной итерации ('#').

Определение 1. Обобщенной итерацией множеств слов A и B называется множество $C = A\#B$, состоящее из всевозможных слов вида $x_1 y_1 x_2 y_2 \dots x_{n-1} y_{n-1} x_n$, где $x_i \in A$, $1 \leq i \leq n$, $y_j \in B$, $1 \leq j \leq n-1$, а n – произвольное положительное целое.

Пример 1. $A\#B = A; A, B, A; A, B, A, B, A; \dots$

Приоритет операции обобщенной итерации выше приоритета операции произведения, а приоритет операции произведения выше приоритета операции объединения. Для изменения порядка вычислений служат скобки, например, $A\#(B;C)$.

В данной статье рассмотрим один из алгоритмов приведения КСР-грамматики, алгоритм выявления циклических правил.

Определение 2. Циклом в КС-грамматике G называется вывод вида: $A_i \xrightarrow[G]{k} A_i$, где k – число шагов вывода в КС-грамматике G вида $A_i \xrightarrow[G]{} A_{i+1} \xrightarrow[G]{} \dots \xrightarrow[G]{} A_k \xrightarrow[G]{} A_i$, а $A_i, A_{i+1}, \dots, A_k \in N$, и $i > 0$.

Пример 2

Рассмотрим КСР-грамматику G_R :

$$\left. \begin{array}{l} A : B; C, D, a. \\ B : C; a, F, b. \\ C : E; B, e. \\ E : A; T. \end{array} \right\}, \text{ где } A, B, C, D, E, F, T \in N, a, b, e \in T.$$

Здесь есть цикл $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow E \rightarrow A$.

Определение 3. Правило $A_i \xrightarrow[G]{} A_j$, ($i, j > 0$), называется циклическим, если оно принадлежит одному из циклов КС-грамматики.

Далее КС-грамматику с регулярными выражениями в правых частях правил (КСР-грамматику) будем обозначать G_R

Все эти определения переносятся и на КСР-грамматику. Следует отметить, что вывод в классической КС-грамматике отличается от вывода в КСР-грамматике. Вывод отличается вычислением выражений, поэтому удобно применять логические шкалы, позволяющие быстрее проводить вычисления и диагностирования различных свойств.

1. Алгоритм нахождения циклических правил в КСР - грамматике

Для удобства машинного алгоритма сопоставим грамматике G_R логическую структуру $\tilde{B} = (B, \{0\}, P_b, S_b)$, которая сводит операции грамматики G_R к булевым выражениям. Здесь B – множество булевых переменных, например, b_1 и b_2 , сопоставляемых нетерминалам из N , и принимающих значение $\{0,1\}$, $\{0\}$ – множество, сопоставляемое терминалам (в алгоритме все они полагаются 0), P_b – множество правил, которые строятся по множеству правил P грамматики G_R , $S_b \in B$ – начальный символ $\tilde{B}$.

Введем следующие отображения:

– операцию итерации контекстной грамматики отображаем в тождественную операцию:

$$n_1 \# n_2 \rightarrow b_1 \oplus b_2 \equiv 0, n_1, n_2 \in N \cup T, b_1, b_2 \in B \cup \{0,1\}, \quad (1)$$

– операцию конкатенации контекстной грамматики отображаем в тождественную операцию:

$$n_1, n_2 \rightarrow b_1 \oplus b_2 \equiv 0, n_1, n_2 \in N \cup T, b_1, b_2 \in B \cup \{0,1\}, \quad (2)$$

– операцию дизъюнкции контекстной грамматики отображаем в операцию дизъюнкции для булевых переменных:

$$n_1; n_2 \rightarrow b_1 \vee b_2, n_1, n_2 \in N \cup T, b_1, b_2 \in B \cup \{0,1\}. \quad (3)$$

Далее в грамматике G_R заменяем нетерминалы $n \in N$ на переменные $b \in B$, терминальные символы $t \in T$ заменяются на 0, затем P – множество правил КСР-грамматики, – заменяется множеством P_b , причем бинарные операции $\{\#, ', ', '\}$ заменяются операциями $\{\oplus, \oplus, \vee\}$ соответственно. Этот прием применялся и для других алгоритмов, например, для алгоритма распознавания левой рекурсии [4].

Пример 3.

Пусть задана КСР-грамматика G_R следующего вида:

$$\left. \begin{array}{l} R1 : R3; m, n \# r. \\ R2 : R1; t, (p \# R2, R1). \\ R3 : R2. \end{array} \right\}, \text{ где } R1, R2 \in N, m, n, r, t, p \in T. \quad (4)$$

Для поиска циклических правил заменим исходную грамматику (4) на структуру $\tilde{B}$. Для этого выполним следующее:

1. заменим нетерминалы на соответствующие булевы переменные по правилам 1–3;

2. заменим терминальные символы на 0;

3. операцию итерации грамматики отобразим в тождественное значение 0 по правилу (1); операцию конкатенации КСР-грамматики отобразим в тождественное значение 0 по правилу (2); операцию дизъюнкции КСР-грамматики отобразим в операцию дизъюнкции для булевых переменных по правилу (3). Тогда грамматика G_R из (4) преобразуется в структуру вида (5):

$$\left. \begin{array}{l} b1 \rightarrow b3 \vee (0 \oplus (0 \oplus 0)), \\ b2 \rightarrow b1 \vee (0 \oplus ((0 \oplus b2) \oplus b1)), \\ b3 \rightarrow b2. \end{array} \right\} \quad (5)$$

Так как $(0 \oplus 0) \equiv 0$ и $b3 \vee 0 \equiv b3$, то получаем: $b1 \rightarrow b3$, а так как $(0 \oplus b2) \equiv 0$ и $(0 \oplus b1) \equiv 0$, и $(0 \oplus 0) \equiv 0$, и $b1 \vee 0 \equiv b1$, то получаем: $b2 \rightarrow b1$. (Вычисляем по правилам вычисления логических выражений.).

После упрощения логической структуры (5) имеем структуру:

$$\left. \begin{array}{l} b1 \rightarrow b3, \\ b2 \rightarrow b1, \\ b3 \rightarrow b2. \end{array} \right\} \quad (6)$$

В дальнейшем установим, что все правила грамматики G_R (4) циклические.

1.1. Алгоритм нахождения циклических правил состоит из выполнения следующих шагов:

Построить правила для соответствующих булевых множеств.

1. Присвоить $i = 1$.

2. Всем булевским переменным, кроме b_i , присвоить значение ноль: $\forall b_j \in B : b_j = 0$, $0 \leq j < n, j \neq i$, n – число правил; b_i присвоить значение 1.

3. Подставить значения b_i в правила, построенные по исходным правилам и посчитать по их правым частям новые значения.

4. Проанализировать новые полученные значения. Если хотя бы одно значение изменилось, перейти к пункту 4).

5. Процесс заканчивается, когда все значения b_j остаются прежними.

6. Если пересчитанное b_i булевское значение равно 1, значит соответствующее правило циклическое.

7. Перейти к следующему нетерминалу: $i = i + 1$.

8. Если $i \leq n$, перейти к шагу 3, иначе работа алгоритма закончена.

2. Теорема

Ниже приведем обосновывающую теорему для алгоритма нахождения циклических правил.

Теорема. Правило A_i КСР-грамматики является циклическим тогда и только тогда, если после завершения работы приведенного выше алгоритма этому правилу будет сопоставлено значение $b_i = 1$.

Доказательство.

Необходимость. Если правило A_i КСР-грамматики является циклическим, то после завершения работы алгоритма нахождения циклических правил данному правилу будет сопоставлено значение $b_i = 1$.

То, что A_i – правило для $A_i \in N$ является циклическим, означает, что в грамматике присутствует вывод $A_i \Rightarrow A_j \Rightarrow \dots \Rightarrow A_k$, где $i = k$. Тогда правила для $A_k, \dots, A_j, A_i \in N$: $A_k : \alpha_k \mid A_i; \alpha_k \in (N \cup T)^*$, ..., $A_i : \alpha_i \mid A_j; \alpha_i \in (N \cup T)^*$. Построим по правилам грамматики булевы выражения. По правилу построения булевых выражений последняя операция – дизъюнкция, так как в грамматике последняя операция – дизъюнкция: $b_k : \beta_k \vee b_i, \dots, b_i : \beta_i \vee b_j$. Не может быть по алгоритму, так как правило для b_k циклическое, $b_k = 0$, значит, $b_k = 1$, но $i = k$, следовательно, $b_i = 1$, что и требовалось доказать.

Достаточность. Если после завершения работы алгоритма нахождения циклических правил данному правилу будет сопоставлено значение $b_i = 1$, то правило A_i КСР-грамматики является циклическим. Докажем методом математической индукции по числу правил.

Пусть имеется одно правило; последней операцией не может быть $\oplus$, иначе по правилу построения булевых выражений получим: $b_i = 0$; а это не так, поэтому последняя операция – $\vee$: $b_i : \beta_i \vee b_i$, что на языке грамматик означает: $A_i : A_i; \alpha_i, \alpha_i \in (N \cup T)^*$. Ясно, что правило $A_i : A_i \Rightarrow A_i$ циклическое. Начальное утверждение математической индукции доказано.

Пусть n -е утверждение верно, то есть, правило A_i циклическое $A_i \Rightarrow A_j \Rightarrow \dots \Rightarrow A_{k-2} \Rightarrow A_{k-1} \Rightarrow A_i$ с циклом $k-1$ длины и число правил n . Докажем $n+1$ -е утверждение, что правило A_i циклическое с циклом не меньшим $k-1$. Пусть получили $b_{n+1} = 1$, иначе алгоритм заканчивается и правило A_i циклическое по допущению $b_i = 1$. Последняя операция – $\vee$, по тем же соображениям. Пусть булево выражение для $n+1$ -го правила имеет вид: $b_k : \beta_k \vee b_i$, где $b_i = 1$, тогда и $b_k = 1$ и соответствующее правило грамматики $A_k : A_i; \alpha_k$,

$\alpha_k \in (N \cup T)^*$, то есть, $A_k : A_k \Rightarrow A_i$, и получаем вывод $A_i \Rightarrow A_j \Rightarrow \dots \Rightarrow A_{k-1} \Rightarrow A_k \Rightarrow A_i$ циклическое с циклом k . Следующее утверждение математической индукции доказано. Достаточное утверждение доказано. Теорема доказана.

Следствие. Правило КСР-грамматики не является циклическим тогда и только тогда, если после завершения работы алгоритма нахождения циклических правил правилу A_i будет сопоставлено значение $b_i = 0$.

Справедливость утверждения следует из утверждения теоремы.

Вернемся к примеру 3, к формуле (6). Положим булевой переменной $b1=1$. Тогда $b2=1$ и $b3=1$, и все правила циклические.

Заключение

На базе предложенного алгоритма реализовано распознавание циклических правил в программном верификаторе грамматики GEdit.[3]

Сложность алгоритма $i * n * o(k)$, где i – число проходов алгоритма, n – число правил, $o(k)$ – сложность вычисления самого длинного правила, k – число операций в нем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции, 618с. Т.1: Синтаксический анализ, 487с. М.: Мир, 1978.
2. Федорченко Л. Н. О регуляризации контекстно-свободных грамматик, Изв. вузов. Приборостроение, 2006. Т.49, №11, с.50–54.
3. Калачева С. Редактор контекстно-свободных грамматик в регулярной форме: Труды конференции "Региональная информатика-2008", СПб, 2009. С 52–54.
4. Калачева С. Формальный алгоритм распознавания левой рекурсии для контекстно-свободных грамматик в регулярной форме: Информационные технологии и интеллектуальные методы, Вып. 3, СПб, 1999. С.170–177.

Крайнева И.В.

Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ БИБЛИОТЕКИ OPENCV ДЛЯ ЗАДАЧИ ПОИСКА ПРОИЗВОЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В КОЛЛЕКЦИИ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Одной из наиболее актуальных задач в области распознавания образов является задача поиска объекта на изображении. Большинство систем, осуществляющих поиск объекта на изображении, ориентированы на конкретный вид объектов. Примерами могут послужить системы распознавания лиц, автомобильных номеров, отпечатков пальцев и тд. Алгоритмы и принципы работы таких систем изучены достаточно хорошо, что позволило достичь приемлемой точности и эффективности их использования.

Системы, осуществляющие поиск объекта произвольного вида не столь распространены, точность их работы существенно ниже.

Для разработки системы такого рода целесообразно использование готовых средств компьютерного зрения. Примером может послужить OpenCV (Open Source Computer Vision Library) - библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения. Библиотека реализована на распространенном языке программирования (C/C++), обладает открытым исходным кодом и распространяется в условиях лицензии BSD, что позволяет свободно использовать её в академических и коммерческих целях.

В ходе исследования вариантов решения поставленной задачи рассматривался один из 4 основных модулей библиотеки OpenCV – модуль "CV" обработки изображений и компьютерного зрения. Основными возможностями модуля являются анализ изображений (выбор отличительных признаков, морфология, поиск контуров, гистограммы) и структурный анализ (описание форм, плоские разбиения и т.д.).

Среди прилагаемых к библиотеке примеров её использования имеются исходные коды программы, осуществляющей поиск объекта на изображении. На вход программы подаются два графических файла, содержащие объект для поиска и само изображение. Алгоритм работы программы состоит из следующих этапов:

- приведение изображений к черно-белому виду;
- нахождение ключевых точек на объекте поиска и изображении;
- сопоставление массивов ключевых точек объекта и изображения, нахождение сходных точек (используется метод «к ближайших соседей»);
- обработка найденных пар точек;
- выделение найденного объекта на изображении.

В приведенном примере обработка найденных пар точек заключается в проверке полного соответствия взаимного расположения точек, либо в поиске плоскостного преобразования (аффинные преобразования), повлекшего за собой изменения во взаимном расположении точек (поворот объекта на некоторый угол, масштабирование). В случае если взаимное расположение точек на изображении не может являться результатом такого преобразования точек объекта, или количество сопоставленных точек менее 4, считается, что объекта на изображении отсутствует. Корректная работа программы обладает некоторыми ограничениями:

- размер изображения должен быть больше размера объекта для поиска;
- программа не учитывает цветовые характеристики объекта и изображения;
- на изображении должен присутствовать только один объект, соответствующий образцу.

В связи с приведенными ограничениями использованный алгоритм применим в достаточно узком круге задач. Для расширения возможностей его исходный код был преобразован для корректной работы не только в случае полного совпадения образца и найденного объекта на изображении, но и в случае частичного совпадения ключевых точек. Понижен порог количества совпавших точек, определяющих полное совпадение. Помимо этого увеличено количество выделяемых ключевых точек как на изображении, так и на подаваемом на вход функции образце для поиска. На поиск одного образца на изображении требуется от 200 до 900 мс в зависимости от размерности образца и изображения, количества выделяемых ключевых точек.

Для расширения возможностей функции поиска объекта на изображении было принято решение о подаче на вход функции различных модификаций входного образца:

- поворот образца на 90, 180, 270 градусов;
- зеркальное отражение образца;
- скелетизованный образец (используется функция OpenCV);
- объект, инвертированный по цвету (используется функция OpenCV).

Тестирование результатов работы предложенного порядка поиска и оценка целесообразности изменений, внесенных в функцию, проводилось по 3 коллекциям изображений.

Для первой коллекции в качестве входного образца выбран логотип фирмы Adidas – черно-белый объект, обладающий четкой формой. (Наиболее простой вариант для поиска). Результаты поиска приведены в таблице 1. Для каждого изображения в коллекции последовательно проводился поиск по различным модификациям входного образца. В случае нахождения всех объектов на изображении поиск прекращался.

При поиске было принято допущение: объект считается найденным, если количество сопоставленных ключевых точек объекта и образца более 4. В подавляющем большинстве случаев функция поиска находила больше пар ключевых точек, но при этом проверка плоскостного преобразования давала отрицательный результат. Поиск объекта для каждого изображения в коллекции осуществлялся в следующем порядке: поиск оригинала, поиск инвертированного по цвету и поиск скелетизованного образца. В рассмотренном случае обработка зеркального отражения не имела смысла, так как значительная часть объектов была найдена. Оставшиеся без внимания объекты были сильно искажены, имели нечеткую форму или являлись только частью искомого объекта.

Таблица 1

Статистика для образца adidas1.jpeg

Изображение №	Количество объектов на изображении	Найдено объектов				
		Оригинал	Инвертированный по цвету	Скелетизованный	Зеркальное отображение	Итого
1	1	1	1			1
2	1	0	1			1
3	1	0	1			1
4	1	1	1			1
5	1	0	1			1
6	1	0	1			1
7	1	0	0	0.5		0.5
8	1	1	1			1
9	6	4	3(1*)	3		5
10	1	1	1			1
11	1	1	1			1
12	2	1.5	1	1		1.5
13	2	1	1*			2
14	1	1	1			1
15	4	2.5	2	2		2.5

В таблице приняты следующие обозначения:

3(1*) – найдено 3 объекта, в том числе один не обнаруженный ранее при подаче входных образцов другого вида;

0.5 – объект найден, но на него ссылается малое количество ключевых точек, из-за чего невозможно определить, насколько осознанно система сопоставила пары ключевых точек.

Итогом обработки первой коллекции изображений являются следующие результаты: из 25 объектов, сходных с образцом, на 15 изображениях найдено 21.5 изображений. Достаточно высокая точность полученных результатов достигнута в том числе за счет того, что образец обладает четким контуром, структурой, цветовыми характеристиками.

В качестве объекта для поиска во второй коллекции послужил цветок розы. Объект цветной, не обладает четкой формой и резкими перепадами цвета. Получены следующие результаты: из 107 схожих объектов на 22 изображениях найдено 66.5 объектов. Меньшее соотношение найденных образов и объектов на изображении связано с большей сложностью как входного эталонного образа, так и самих изображений в коллекции. Объекты в коллекции принимают формы, в некоторых случаях очень отдаленные от формы входного образца, имеют другой цвет. Наихудшие результаты получены для изображений, где объекты, сходные входному образцу, расположены вплотную друг к другу (букет) и не имеют четких границ.

В качестве входного образца для 3 коллекции использовалось изображение зажигалки. Объект обладает четкой формой и характерной надписью, которая может как присутствовать, так и отсутствовать на схожих объектах в коллекции. В коллекции возможен другой цвет и текстура объекта (задача средней сложности). Получены следующие результаты: из 22 схожих объектов на 12 изображениях найдено 15 объектов. В данном конкретном случае основой преобразования образца послужили повороты на 90 градусов, а так же скелетизация. Поиск зеркального отражения или образца, инвертированного по цвету не принесли значительных результатов вследствие того, что основной характерной чертой объекта является его форма.

Поскольку выходными данными использованной функции являются пары сопоставленных ключевых точек образца и объекта на изображении, для решения задачи поиска сходных объектов необходима последующая дополнительная обработка полученных массивов ключевых точек. Целью обработки в данном случае является дополнительная проверка сходства найденных объектов другими методами компьютерного зрения и нахождение их пространственного положения на изображении.

Набор функций, предоставляемый библиотекой OpenCV, может во многом облегчить разработку системы, направленной на поиск произвольного объекта на изображении. Однако для эффективного поиска необходимо использование совокупности описанного метода поиска, некоторой априорной информации об объекте и обработки полученных результатов работы функции другими методами распознавания образов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Learning OpenCV. Gary Bradsky, Adrian Kaehler, 2008 г, изд. "O'Reilly", 577 стр.

Кучеренков К.Л.

Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

ПРИМЕНЕНИЕ НЕОДНОРОДНЫХ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА

В данной статье рассматривается один из вариантов решения задачи локального информационного поиска. Локальным будем называть процесс поиска информации, располагающейся на локальном компьютере или на ресурсах локальной сети, в противовес глобальным поисковым системам, работающим в сети Интернет. Традиционно, в системах информационного поиска для определения релевантности документа запросу применяются статистические методы. Такие как, например, TF-IDF, законы Зипфа и др. Такие методы рассматривают текст как плоский набор слов. Основным критерием определения соответствия документа запросу является вес документа. Вес документа определяется на основании величины, характеризующей частоту появления слов, входящих в запрос, в наборе документов. Для повышения полноты поиска проводят морфологический анализ текста, и поиск ведется на основе нормализованных наборов слов. Достоинствами данного метода являются скорость и относительная простота реализации. К недостаткам метода можно отнести невысокую точность и полноту поиска, сложность составления запросов.

При этом, относительно небольшие массивы данных, подвергающихся обработке в системах локального поиска, позволяют применять более сложные и мощные методы определения релевантности, например, рассматриваемый в этой статье, метод организации поиска с использованием глубокого лингвистического анализа текста. В этом случае, текст рассматривается

не как вектор нормализованных слов, а как некое дерево, построенное на основании синтаксических и семантических отношений, выявленных в результате анализа.

Лингвистический анализ текста выполняется на трех основных уровнях: слово, предложение или высказывание и весь текст (абзац, параграф, глава).

Уровень слова:

1. Лемматизация: (разбиение текста на слова и словосочетания)
2. Графематика
3. Фрагментация
4. Морфологический анализ (получение вектора нормализованных слов)

Уровень предложения:

- Первичный синтаксический анализ

Уровень текста:

- Глубокий синтаксический анализ
- Объединение синтаксических графов в семантическую сеть
- Разрешение анафорических ссылок
- Семантический анализ

Лемматизация

Задачей лемматизации является разбиение исходного текста на слова. Выделение границ предложений:

Морфологический анализ

Определение частей речи, и форм слов (падеж, число, род и т. д.). Задача построения автоматического морфологического анализатора достаточно хорошо изучена и формализована. Существует множество реализаций решений этой задачи.[1]

В отличие от морфологического анализа, задачи синтаксического и семантического анализа не имеют устоявшегося общепринятого решения. В данной статье предлагается вариант проведения анализа уровня предложения на основании теории коммуникативной грамматики.

Коммуникативная грамматика — оригинальный подход к синтаксическому и семантическому анализу текста, предложенный Золотовой Г.А.[2] Эта теория обладает следующими особенностями:

- Отрицает противопоставление синтаксиса и семантики
- Носит объяснительный характер (в противовес описательным)
- Основной элемент текста — это синтаксема.
- Аналитические правила должны принимать во внимание категориальные значения слов.

На протяжении XX века большинство лингвистов трактовало языковую единицу как двусторонний знак, соединяющий в себе (а для некоторых важнее было — «разделяющий») форму и значение. Между тем академик В.В. Виноградов еще в своей книге 1938 года, излагая учение Потебни, писал: «Форма функционирует не сама по себе, не «форма как форма», а в структурной спаянности с синтаксическим употреблением слова в речи, с его семантикой» [3].

В продолжение этой идеи было определено понятие минимальной синтаксической единицы — синтаксемы — как результат взаимодействия трех составляющих:

- Категориально-семантической — значения
- Синтаксической — функции
- Морфологической — формы. [2]

Синтаксема - минимальная неделимая семантико-синтаксическая единица языка, несущая свой обобщенный категориальный смысл в конструкциях разной степени сложности и характеризующаяся всегда взаимодействием морфологических, семантических и функциональных признаков.

Состав синтаксемы:

1. Категориальная семантика слова
2. Морфологическая форма (предлог + падеж)
3. Функция в предложении

Пример: Лектор произносит речь.

Можно заменить слово «лектор» на «профессор», «студент» или «человек», и предложение останется осмысленным. Но если заменить «лектор» на «диван» или, например, «время», то несмотря на то, что замена производится на идентичное по морфологическим признакам существительное, предложение становится бессмысленным.

В первом случае имеется в виду некоторая одушевленная персона, и производится замена «персона» - «персона», т. е. Заменяются существительные одного и того же категориального семантического класса. Это позволяет сохранить структуру предложения. Во втором случае происходит замена «персона» неким неодушевленным существительным «диван», или компоративом «время», что приводит к нарушения структуры и смысла предложения.

Категориальный семантический класс — это обобщенное значение слова, а не его лексическое значение. Этот класс определяет синтаксические и семантические возможности слова.

Категориальный семантический класс не является морфологической категорией, т. е. его нельзя определить только на основании морфологических признаков.

Функции синтаксемы.

Самостоятельное использование — значение синтаксемы не зависит от контекста (название книги, заголовок новости).

Часть предложения:

- Грамматический субъект (Пётр отдыхает).
- Грамматический предикат (Пётр отдыхает).
- Грамматический модификатор (Пётр отдыхает уже давно).

Часть фразы (фраза это группа слов с главной синтаксемой).

- Именная группа
- Предложная группа

Синтаксемы бывают трех типов:

- Свободные
- Обусловленные (могут быть только компонентом предложения)
- Связанные (компонент словосочетания или фразы).

С точки зрения коммуникативной грамматики, синтаксический и семантический анализ текста можно разбить на следующие этапы:

Синтаксический анализ

Построение деревьев зависимостей между элементами текста

- построение синтаксических графов для отдельных предложений
- выделение синтаксем
- Уточнение описания синтаксем
- выявление синтаксических отношений между синтаксемами (узлами сети)

Семантический анализ

- Введение семантических отношений
- Уточнение синтаксем

— Введение анафорических отношений, определение связей между предложениями, абзацами.

В коммуникативной грамматике выделяется минимальная коммуникативная единица — простое предложение. Простое предложение состоит из субъекта и предиката.

Простые предложения делятся на два вида:

- Монопредикативные (Пётр отдыхает.)
- Полипредикативные (Лень приводит студента к проблемам.)

Определяется 5 моделей простых предложений:

- Субъект и его действие.
- Субъект и его состояние.
- Субъект и его свойство.
- Субъект и его количество.
- Субъект и его классификатор. [2]

Все сложные предложения являются комбинацией простых.

Лингвистическая семантика оперирует инвариантными, языконезависимыми значениями, смыслами. Таким образом задача семантического анализа — это определение смысла предложения. Смысл предложения может быть определен как множество значений входящих в него синтаксем и множества отношений на них. Определенный таким образом, смысл предложения хорошо описывается моделью неоднородной семантической сети.

Семантическая сеть — модель представления совокупности суждений, знаний, в виде графа, в котором вершины — некоторые сущности или понятия, а рёбра — отношения между ними. Таким образом каждое суждение в семантической сети представлено тройкой компонент:

- исходное понятие;
- конечное понятие;
- отношение между исходным и конечным понятиями.

При этом отношение может быть само понятием, и находиться в отношениях с другими понятиями и отношениями. [4]

Таким образом, документ можно рассматривать не как вектор нормализованных слов (как это было в статистических методах), а как неоднородную семантическую сеть. В вершинах стоят синтаксемы, центральная вершина предложения - глагол или отглагольное существительное, дуги - семантические характеристики (субъект, объект, направление(директив), аблатив, медиатив и др.). Между вершинами семантические отношения(директивные, аблативные, транзитивные и др.) Между центральными вершинами - анафорические отношения.

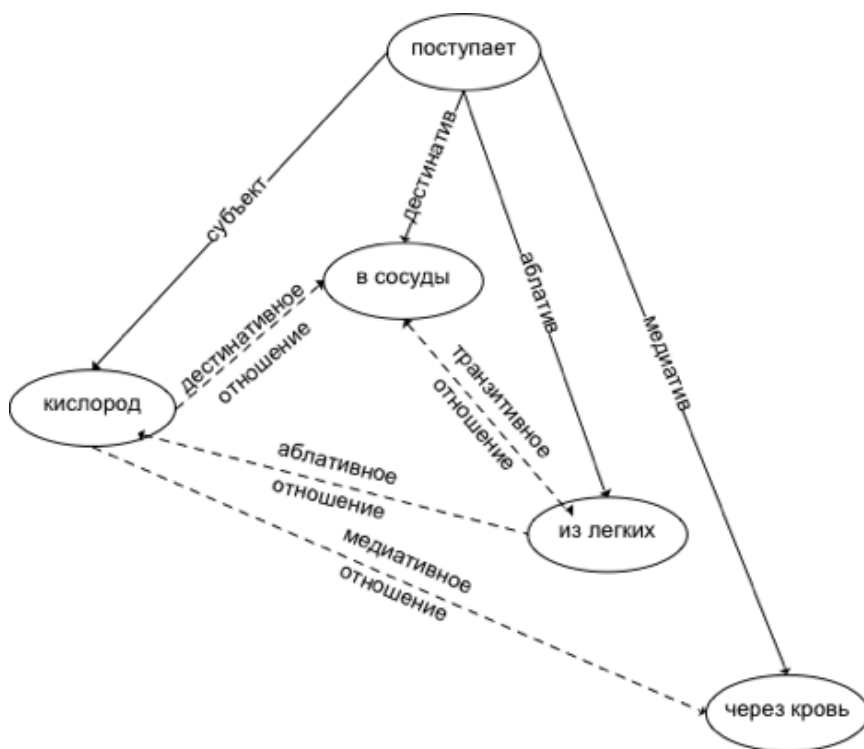


Рис. 1 Предложение, представленное в форме семантической сети

Семантическая сеть строится как для индексируемых документов, так и для текста поискового запроса. Это позволяет в процессе поиска сопоставлять не только конкретные значения слов или их синонимов, но и структуру фрагментов сетей.

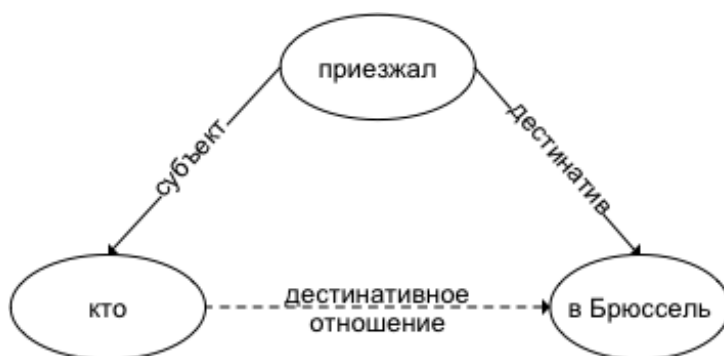


Рис. 2 Семантическая сеть запроса

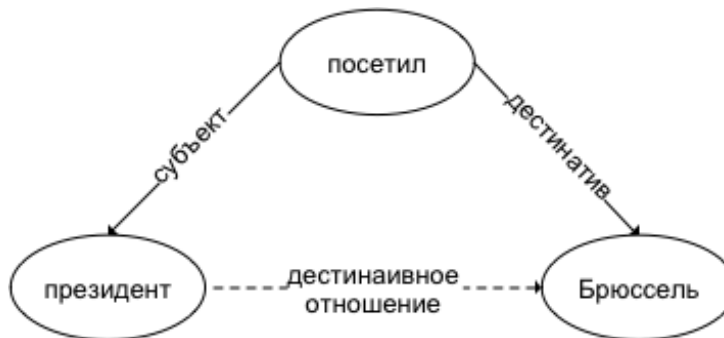


Рис. 3 Фрагмент семантической сети документа

Преимущества данного подхода перед статистическим:

- Повышается точность и полнота поиска
- Возможность гибкой настройки для специальных применений
- Возможность перейти от релевантного поиска к пертинентному за счет персонализации поисковой системы

Недостатки:

- Высокие требования к аппаратному обеспечению
- Большая вычислительная сложность

Пути устранения недостатков:

- Масштабирование на кластерные вычислительные системы

Реализация и оптимизация алгоритмов на графах на графических процессорах

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кучеренков К.Л., Реализация морфологического анализатора с предсказанием найденных лов, 2009
2. Золотова, Г.А.; Онипенко, Н.К.; Сидорова, М.Ю., Коммуникативная грамматика русского языка. 2004
3. Виноградов В.В., Русский язык. Грамматическое учение о слове, 2001
4. Джордж Ф. Люгер, Искусственный интеллект: стратегии и методы решения сложных проблем, 2003

Лукьянова Л.М., Заболотский В.П.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
РЕГУЛЯТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ МЕТОДОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕШЕНИЙ
ПО ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОРГАНИЗАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ**

1. Проблема системности решений по производственной организации. Становление рыночных отношений обострило существующие и привело к возникновению огромного числа новых проблем в производственной сфере. В настоящее время особенно сложные проблемные ситуации возникают в производственных комплексах (далее комплексы) – организационных системах большой фондоемкости, создаваемой дорогостоящими техническими подсистемами.

Анализ комплексов показал, в частности, что решения по данным системам, формирование которых традиционно опирается на теорию организационного управления и принятия решений, не всегда (особенно в условиях сложных проблемных ситуаций большой неопределенности) отвечают критерию системности. Несистемность, часто выявляемая в процессе исполнения решений и приводящая к их существенной корректировке, влечет дополнительные издержки (до 10% от затрат на исполнение решений), вследствие чего не обеспечивается требуемая эффективность функционирования комплексов [1].

Методологическим проблемам принятия решений посвящен ряд работ, начиная с [2], однако методов и средств, обеспечивающих системность решений, в частности, по объектам рассматриваемого класса, до сих пор не предложено.

В производственных организациях выработка управленческих решений осуществляется, исходя из проблем и целей данных систем: постоянных и временных, глобальных и локальных, главных и неглавных, конечных и промежуточных, определенных и неопределенных. При этом, наряду с производственными, в комплексах ставятся и достигаются экономические, управленческие, научно-технические, социальные и экологические цели. Для эффективного функционирования и развития комплекса все они должны быть согласованы и увязаны в систему целей.

В соответствии с системной методологией и теорией прояснение неопределенности проблемных ситуаций, раскрытие сложности и неопределенности целей, выдвигаемых для решения проблем, и формирование соответствующих систем целедостижения базируется на субъективных (по терминологии [3]) моделях. В частности, таковы модели целеполагания и целедостижения, которые основываются на здравом смысле и интуиции лиц, принимающих решения (ЛПР). При выработке решений по системе целедостижения (СЦД) это создает трудности выявления и структуризации целей и функций комплекса, его компонентного состава и структур и является потенциальным источником несистемности решений. И хотя системное представление призвано способствовать согласованию решений, существующий методологический аппарат не гарантирует системности вырабатываемых решений, в частности, их непротиворечивости, согласованности, полноты.

Учитывая, что:

- существование производственных комплексов (как СЦД) обосновывается, а их деятельность направляется и организуется в соответствии с целями функционирования этих комплексов,
- объективные модели формирования логически корректных и полных систем целей и целедостижения отсутствуют,
- несистемность решений по комплексу часто выявляется в процессе их исполнения, а устранение противоречивости, несогласованности, неполноты решений приводит к значительному перерасходу ресурсов на целедостижение и, главное, к результатам функционирования комплексов, отличающимся от результатов, соответствующих целям,
- следует заключить, что логический компонент методологии формирования системы решений по производственному комплексу требует развития.

Важнейшим средством, способствующим выработке совокупности решений по СЦД, удовлетворяющих критерию системности, является направляющий (регулятивный [4, с. 273]) компонент системной методологии, который составляют системный подход и принципы системного анализа. Поскольку ключевым здесь является понятие «система», то конструктивное определение производственного организационно-технического комплекса, в котором эксплицированы (явно

определены) свойства и структуры системы этого класса, а также функции, позволяющие оценивать их логические значения, создает возможность повышения степени системности решений по комплексу, вырабатываемых ЛПР.

2. *Системный подход к выработке решений: логический аспект.* Один из источников логической некорректности (противоречивости, несогласованности) и неполноты решений по комплексам – общий характер терминологического базиса методологии выработки системных решений. Недостаточная смысловая определенность системных свойств и структур комплексов, создающая трудности оценивания логических значений соответствующих решений, потребовала конкретизации термина «система класса производственный организационно-технический комплекс».

При осуществлении указанной конкретизации учтены два положения системной методологии [5] и эксплицированы характеристические свойства и структуры системы класса «производственный организационный комплекс», позволяющие ЛПР оценивать логические значения соответствующей совокупности решений. В первом из положений утверждается, что «важнее выбрать “правильные” цели, нежели “правильную” систему». Во втором – что «цели дают логическое основание для синтеза системы». При этом, будучи согласованы с требованиями окружающей среды, целями надсистемы, а также увязаны между собой, цели системы являются регулятивным компонентом процесса выработки системных решений [6].

В производственных организациях в качестве логического основания для выработки системы решений используется так называемое «дерево целей». Эффективность применения древовидной структуры целей подтверждена многолетним опытом её применения на начальном этапе формирования системы решений (на этапе выдвижения и анализа целей). К сожалению, данный метод основывается на субъективных моделях целей и их структур. Поэтому его применение часто приводит к ложным целям на том или ином уровне «дерева целей», которые, в свою очередь, ведут к формулированию некорректных целей нижележащих уровней, а в процессе целедостижения (ЦД) – к частичному достижению целей вышележащих уровней.

При исследовании процессов анализа и синтеза целей было установлено, что в обоих этих процессах осуществляется целеполагание (ЦП), основывающееся на биопрограммах, эмоциях, системе ценностей ЛПР, знаниях и опыте его осуществления в соответствующих секторах производственной сферы, а также на интуитивном мышлении ЛПР, адекватным языком которого является естественный язык. С другой стороны, сложность и неопределенность процессов ЦП, анализа и синтеза целей приводит к тому, что их правильность обеспечивается не всегда, из чего, учитывая единство данных процессов, следует необходимость выработки единого подхода к формализации их логического компонента.

Анализ логических связей в совокупностях решений ряда производственных организаций, принятых в последнее десятилетие и рассматриваемых ЛПР как системные, позволил, основываясь на теории понятий и правилах проведения рассуждений [7], определить основные типы непреднамеренных логических ошибок (паралогизмов) несистемности.

Паралогизмы одноэтапности (одного из этапов выработки системы решений) – это ошибки включения в совокупности целей/функций/компонентов СЦД/структуры целей (функций, компонентов) элементов, для которых характерны:

- несравнимость (отсутствие смысловых связей с другими элементами);
- несовместимость (смысловая несогласованность с другими элементами): пропуск существенных звеньев в структурах элементов, нарушение порядка их следования и т.д.

Паралогизмы многоэтапности (нескольких или всех этапов выработки системных решений) выражают несовместимость:

- целей, выдвигаемых для решения проблем, с проблемами;
- структур целей как результатов анализа и синтеза целей;
- систем целей с системами и планами целедостижения.

Хотя принято считать, что существующее многообразие типов системных моделей должно обеспечивать правильное формирование взаимосвязей и взаимодействий компонентов сложных объектов, достичь этого в неопределенных ситуациях удастся не всегда, что связано с отсутствием конструктивных средств контроля правильности процесса выработки системы решений, автономностью методов, используемых на отдельных этапах данного процесса, субъективизмом процедур оценивания согласованности результатов, формируемых с помощью указанных методов.

Приведенные рассуждения и доминирующая роль целей в комплексах делают целесообразным применение системно-целевого подхода [8] к выработке решений по объекту данного класса при конкретизации логического аспекта терминов «система целей производственного организационно-технического комплекса» и «производственный организационно-технический комплекс как СЦД».

При указанной конкретизации, осуществленной в [1,9], системно-целевой подход к выработке решений по комплексу заключается в формировании системы целей, удовлетворяющей требованиям логической корректности и полноты (т.е. характеризующейся согласованностью корректной и полной структуры целей и структурной схемы ЦД как результатов соответственно анализа и синтеза целей), и использовании ее для обоснования логической корректности и полноты решений по комплексу как СЦД.

Отметим, что в процессе выработки решений по комплексу система его целей, удовлетворяющая требованиям логической корректности и полноты, выполняет методологическую функцию, которая неявно отражена в графах целей и задач, представляющих согласованные результаты анализа и синтеза целей [6]. Выполнение данной функции должно способствовать обоснованию системности решений по комплексу как системе ЦД путем их согласования с соответствующей системой целей.

Конкретизированный системно-целевой подход определяет выделение (и последующую стратификацию) следующих двух фаз формирования системы решений по комплексу:

– выработка решений по системе целей (CАСЦ – согласование результатов анализа и синтеза целей). Результат фазы CАСЦ – система целей, формируемая из совместимых логически корректных и полных структур целей и структурных схем ЦД как результатов соответственно анализа и синтеза целей;

– выработка решений по системам целедостижения (ССЦД – согласование системы ЦД с системой целей). Результат фазы ССЦД – система, обеспечивающая целедостижение (достижение целей, сформированных в фазе CАСЦ).

Стратифицируем указанные фазы и конкретизируем соответствующие им методы и результаты выработки решений по комплексам. На логических стратах фаз CАСЦ и ССЦД с помощью эвристических и других возможных методов будем осуществлять формирование систем целей, свойств, функций, компонентов систем целедостижения, их структур. При этом будем руководствоваться критериями правильности выполнения указанных процессов, корректности и полноты их результатов.

На математических стратах фаз CАСЦ и ССЦД с помощью математических методов будем осуществлять выбор целей, структур целей и структурных схем целедостижения, функций и компонентов систем целедостижения, их структур. При этом будем руководствоваться критериями значимости целей, регулярности их структур, изоморфности структур целей и структурных схем целедостижения, пригодности средств целедостижения и эффективности данного процесса.

Приведем обобщенное конструктивное определение системы целедостижения (СЦД) класса «производственный организационно-технический комплекс».

<целостность СЦД> ::= <целостность целей СЦД> <целостность свойств СЦД>
<целостность структур СЦД>

<СЦД как целое> ::= <части СЦД> <свойства частей>
<структурные отношения между частями СЦД>

<СЦД> ::= <целостность СЦД> <СЦД как целое>
<целостность целей СЦД> ::= <логическая корректность структуры целей (СЦ)>
<логическая корректность структурной схемы целедостижения (ССЦД)> <полнота СЦ> <полнота ССЦД> <совместимость ССЦД с СЦ>.

<части СЦД> ::= ЧАСТЬ1 < части2 СЦД >

<части2 СЦД> ::= ЧАСТЬ2 | ЧАСТЬ2 < части2 СЦД >

...

Определение остальных нетерминальных символов дано в [9]. Там же приведено определение рыбохозяйственного комплекса как одного из видов производственных организационно-технических комплексов.

С помощью логических функций f_j , $j = 1(1)6$, аргументами которых являются:

– внешнецелевая целостность СЦД ($\Theta_{CАСЦ^{вне}}$), характеризующая его целевую обособленность и единство (по конечной цели $c_{CАСЦ^{внут}}$) с окружающей средой в фазе CАСЦ (для функции f_1);

– внешнецелесообразная целостность СЦД ($\Theta_{ССЦД^{вне}}$), характеризующая совместимость его системных свойств $C_{ССЦД^{вне}}$, определяемых надсистемой в фазе ССЦД, с конечной целью $c_{CАСЦ^{вне}}$, $C_{ССЦД^{вне}} = \langle c_1, \dots, c_l \rangle$, где l – число свойств, а c_1 – функциональное свойство (для функции f_2);

– внутрицелевая целостность СЦД ($\Theta_{CАСЦ^{внут}}$), характеризующая единство структуры его целей $СТРЦ_{CАСЦ^{внут}}$ как результата анализа целей и целеполагания в фазе CАСЦ (для функции f_3);

внутрицелесообразная целостность СЦД ($\Theta_{ССЦД^{внут}}$), характеризующая совместимость составляющих его структур, объект оценивается как удовлетворяющий свойству «быть специфическим целым СЦД класса производственный организационно-технический комплекс», если

его части $e_i \in E$ совместимы с соответствующими элементами структуры $СТРЦ_{АСЦД^{внут}}$, а их свойства $c_1^{(e_i)}$ – с элементами структуры $СТПС_{АСЦД^{внут}}^2$ (для функции f_5), а объект, характеризующийся частными свойствами целостности СЦД класса производственный организационно-технический комплекс и свойством «быть специфическим целым СЦД класса производственный организационно-технический комплекс», оценивается как удовлетворяющий требованию «быть СЦД класса производственный организационно-технический комплекс», если его целостность и он как целое совместимы (для функции f_6).

Истинные значения системы целей и системы целедостижения класса «производственный организационно-технический комплекс», сформированных ЛПР и оцененных с помощью функций $f_j, j = 1(1)6$, служат обоснованию логической корректности и полноты решений по производственному организационно-техническому комплексу.

3. *Принципы формирования системы решений: логический аспект.* В принципах формирования решений по комплексу конкретизирован логический аспект общесистемных [4, с. 612] и системно-аналитических [4, с. 612; 10, с. 558] принципов. Принципы формирования системы решений по комплексу представлены на рисунке 1 в соотношении с принципами, используемыми в системной методологии, в частности, в системном анализе объектов, сопоставимых с комплексами по сложности.

4. Принципы формирования системы решений по комплексу



Рис. 1. Соотношение системных принципов и принципов формирования системы решений по комплексу

Проведенный анализ проиллюстрированного соотношения принципов системного анализа и формирования системы решений по комплексу позволяет утверждать, что последние, покрывая как общие (мировоззренческие) системные принципы, так и частные (специально-научные) принципы системного анализа, конкретизируют их логическое содержание. При этом важным отличием принципов формирования системы решений по комплексу от принципов системного анализа является отражение в них диалектически единого аналитико-синтетического процесса (первая группа принципов).

Логический аспект принципа системности раскрывается содержанием всех четырех групп принципов формирования системы решений по комплексу, обретая, в частности, следующий смысл:

– взаимообусловленность и единство результатов анализа и синтеза решений (следование первой группе принципов способствует формированию качественно новой системы логически увязанных решений);

– логическая корректность структуры целей комплекса и структурной схемы целедостижения в нем (следование принципам второй группы определяет единый семиотический подход к их

формированию в процессе логико-лингвистического моделирования целей, характеризуемого не определяемыми ранее точно качественно новыми свойствами логической корректности и полноты);

– дополнение возможностей ЛПР возможностями логико-лингвистической модели (согласно третьему принципу, интеграция знаний, опыта, систем ценностей, интуиции, биопрограмм, эмоциональных состояний ЛПР, в результате которой строятся субъективные модели анализа и синтеза целей и осуществляется целеполагание, и возможностей правильных рассуждений о целях, реализуемых логико-лингвистической моделью, обеспечивает единство человекомашинного взаимодействия и формирование решений, отвечающих требованию системности).

Логический аспект принципов конечной цели и иерархичности раскрывается содержанием четвертой и двух первых групп принципов планирования деятельности комплексов, обретая, в частности, смысл:

– логического значения конечной цели комплекса, определяемого с помощью функции f_1 , и логического значения раскрывающей содержание этой конечной цели (корень «дерева целей»), определяемого с помощью функции f_2 ;

– взаимообусловленности и единства древовидной СЦ, сетевых ССЦД и задач целедостижения.

Логический аспект принципа рациональности раскрывается содержанием всех четырех групп принципов, обретая, в частности, смысл:

– рационального распределения функций между ЛПР и автоматизированной системой поддержки формирования системы решений;

– рационального выбора ЛПР стратегий анализа-синтеза целей и задач целедостижения.

Логический аспект принципов измеримости и формализации раскрывается содержанием всех четырех групп принципов, обретая, в частности, смысл:

– формализованных логических описаний ситуаций на соподчиненных целях, обеспечивающих измерение (точнее, вычисление) их истинностных значений, причем каждая из целей, описанная лингвистически, должна допускать измерение (в шкалах наименований, порядка и отношений);

– формализованного описания логических отношений между ситуациями на целях, обеспечивающих вычисление их истинностных значений.

Логический аспект принципа открытости раскрывается содержанием всех четырех групп принципов, обретая смысл открытости знаний о комплексе как системе целедостижения, в частности, знаний о его целях, анализе и синтезе целей.

Заключение

Выделен регулятивный компонент методологии формирования решений по организационным комплексам производственной сферы, к которому отнесены системно-целевой подход и принципы формирования системы решений по указанным объектам. Выполнена конкретизация системно-целевого подхода, состоящая в выделении двух фаз формирования решений по комплексу (по системе целей и комплексу как системе целедостижения) и двух страт представления каждой из указанных фаз (логическая (качественная, содержательная) и математическая (количественная)), и принципов формирования системы решений, состоящая в экспликации логического аспекта системных принципов, в частности, принципов системного анализа. Предложенная конкретизация регулятивного компонента методологии формирования системы решений по производственному организационно-техническому комплексу способствует осуществлению управления объектами данного класса на качественно новом уровне, обеспечивающем повышение степени системности решений по комплексам и, в итоге, эффективности их функционирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лукьянова Л.М. Логические проблемы системного анализа организационно-технических комплексов и основные направления их решения // Кибернетика и системный анализ. 2006. №3. С. 140–147.
2. Ларичев О.И. Принятие решений как научное направление: методологические проблемы // Системные исследования. Методологические проблемы. Ежегодник. 1982. М.: Наука, 1982. С. 227–243.
3. Ларичев О.И. Объективные модели и субъективные решения. М.: Наука, 1987.
4. Философский энциклопедический словарь / Гл. редакция: Л.Ф. Ильичев, П.И. Федосеев, С.М. Ковалев и др. М.: Сов. энциклопедия, 1983.
5. Холл А.Д. Опыт методологии для системотехники. М.: Сов. Радио. 1975. 480 с.
6. Проблемы программно-целевого планирования и управления. / Под ред. Г.С. Поспелова. М.: Наука, 1981. 464 с.
7. Войшвилло Е.К. Логика: учебник для студентов вузов / Е.К. Войшвилло, М.Г. Дегтярев. М.: Изд-во ВЛАДОС-ПРЕСС, 2001. 528 с.
8. Системный анализ и принятие решений: словарь-справочник: учеб. пособие для вузов. / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. М.: Высш. шк., 2004. 616 с.
9. Лукьянова Л.М. Результаты развития методологии формирования решений по организационно-техническим комплексам // Известия КГТУ. – 2010. №19. С. 36–44.
10. Новая философская энциклопедия: в 4-х т. Т. 2. М.: Мысль, 2001.

Малинин А.А.

Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

ИЕРАРХИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АБСТРАКТНОЙ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ

Абстрактная файловая система предоставляет возможность унифицированного представления различных источников данных, а также их логического объединения путем создания и поддержки ассоциаций между отдельными элементами получаемой в результате виртуальной файловой системы. В качестве источников данных для АФС могут выступать дисковые файловые системы, базы данных, службы каталогов и т. д.

Наиболее вероятными источниками данных являются дисковые файловые системы персонального компьютера, что предъявляет к архитектуре АФС определенные требования. С одной стороны, АФС должна быть достаточно абстрактной и гибкой, чтобы предоставить пользователю унифицированный доступ к различным источникам данных. С другой стороны, для конечного пользователя она должна быть, насколько это возможно, похожа на привычные файловые системы.

АФС можно условно разделить на несколько тесно связанных частей. С точки зрения пользователя наибольшее влияние на то, как будет выглядеть работа с АФС, оказывают те части системы, которые ответственны за представление хранимых данных посредством некоторой объектной модели и за контроль доступа различных пользователей.

В распространенных дисковых файловых системах количество основных классов объектов невелико — фактически, это лишь «файл» и «каталог». АФС оперирует следующими классами (рисунк 1):

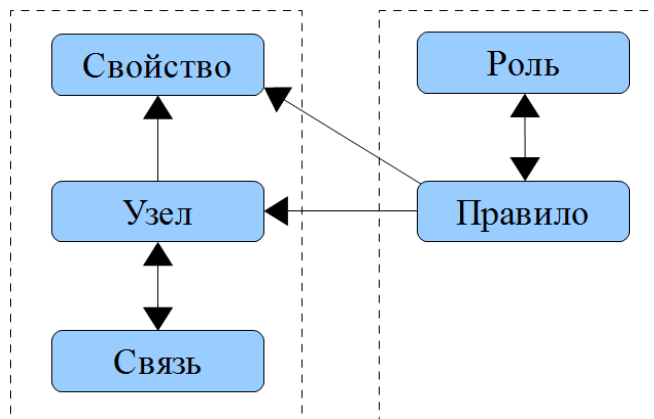


Рисунок 1 — Основные классы АФС

Данные в АФС представляются с помощью свойств, узлов и связей между ними, а информация, необходимая для осуществления контроля доступа — с помощью ролей и правил. Эти группы объектов образуют две иерархические структуры.

Узлы со связями организуют произвольный направленный граф. Несмотря на то, что в АФС допускается существование циклов, отношение подчинения задается связью лишь одного типа («содержит») и для каждой отдельной вершины цикл, включающий ее, может быть легко устранен.

Данные, в том виде, как они представлены в распространенных файловых системах, таких как NTFS или ext3, ассоциируются с узлом, при этом один узел содержит один и только один неделимый и, в общем виде, неограниченного размера блок данных (тело файла). Свойство же представляет собой метаданные узла в виде набора пар имя-значение.

На роль элемента, хранящего блоки данных, подходят только узел и свойство. Однако, ассоциация блоков данных со свойствами не даст возможности установки связей между данными, а лишь между «хранилищами» этих блоков — узлами. В какой-то мере именно так и обстоит дело с ассоциациями в привычных ФС, где файлы и папки могут быть подчинены лишь папкам, а файлам — нет. Очевидно, что такой вариант не подходит разрабатываемой виртуальной ФС. В то же время, разрешение на установку ассоциаций между свойствами, фактически, сотрет различия между свойствами и узлами, сделав их идентичными по форме и содержанию.

Однако, отказаться от свойств нельзя, так как помимо тела файла (атомарного блока данных, как правило не предназначенного для непосредственного просмотра человеком) узлу требуются и небольшие метки, например дата отправки письма или номер принятой заявки. Явная ассоциация между этими метками и другими элементами виртуальной файловой системы не нужна, так как сам их смысл состоит в отметке небольших фактов, индивидуальных для конкретного объекта-узла.

На самом деле, отличие между данными, хранящимися в узле и в свойстве есть очень существенное смысловое различие. Как уже было сказано, узел содержит один, как правило,

большой блок данных, являющийся прямым аналогом тела файла. Этот цельный блок данных, разумеется, состоит из некоторых блоков меньшего размера: записей или просто отдельных байт. Однако, для человека такое деление на меньшие блоки несущественно, так как непосредственное представление всего блока данных (будь то в виде шестнадцатичном виде, ASCII или иным аналогичным способом) бессмысленно вне зависимости от способа его разбиения.

Отдельные случаи, такие, как блок данных, представляющий собой текст в ASCII, не рассматриваются как очень частные; даже простой текст в кодировке UTF требует определенной предварительной обработки перед осмысленной визуализацией. Еще более очевидна атомарность блока данных с точки зрения пользователя в случае, когда данными является изображение или аудиозапись. Несмотря на то, что и то, и другое состоит из отдельных элементов (пикселей и сэмплов) в силу логических и технических причин исходный блок данных на эти элементы разбит быть не может и в системе представляется одним цельным объектом-узлом. Работу по обработке и визуализации таких данных выполняет стороннее по отношению к виртуальной ФС программное обеспечение.

С другой стороны, метаданные узла, небольшие метки, описывающие конкретный объект в ФС, предназначены именно для пользователя. Они не являются основными данными узла, а предназначены для более полного описания объекта, представляемого узлом. Поэтому, форма представления должна быть максимально унифицирована и доступна для восприятия наибольшим количеством пользователей, в качестве которых могут выступать как люди, так и программные средства, использующие виртуальную ФС в качестве среды хранения некоторой информации.

В свете всего вышесказанного в качестве формата данных значения свойства выбирается строка неограниченного размера в кодировке UTF-8.

Роль представляет собой относительно простую сущность, аналогичную «пользователю» в ОС или иной системе, обеспечивающей контроль доступа. С ролью ассоциировано имя и необходимая для аутентификации информация (способ, параметры, ключи). Иерархически, роли составляют ациклический направленный граф.

Связь и правило являются дополнительными элементами графа виртуальной ФС. Эти элементы представляют не самостоятельные объекты, а являются средством организации геометрии графа.

Связь представляет собой ассоциацию между узлами, возможна между любыми двумя узлами и имеет тип и направление. Тип связи указывается из некоторого, не фиксированного списка. Связь может быть направлена в сторону одной из вершин, в сторону обеих или быть без направления.

Правило представляет собой триаду субъект-объект-действие. В качестве субъекта выступает роль, в качестве объекта — узел, свойство или роль, а действие обозначает разрешение или запрет на выполнение определенных операций над элементами графа виртуальной файловой системы. Фактически, правило является аналогом связи между иерархиями объектов, хранящих данные и объектов, используемых для обеспечения контроля доступа..

И связь, и роль практически не используются индивидуально и выбираются из АФС в составе списков: для связи это список всех связей конкретной вершины, для правила — список правил конкретного объекта.

Контроль доступа в АФС выполняется сервером, на основе иерархии ролей и правил. Пользователь АФС (человек или приложение) работают с ФС в одной из существующих ролей, выбор которой производится на этапе аутентификации. Правило разрешает или запрещает выполнение определенного действия конкретной роли над конкретным объектом. В процессе работы в этой роли, для каждого объекта виртуальной ФС формируется список применяемых для нее правил, определяющий набор возможных действий над этим объектом.

Действие, указываемое в правиле, берется из некоторого, не фиксированного списка. Этот список включает минимальный набор элементарных операций, таких, как «чтение», «запись», «удаление», однако может быть дополнен различными модулями АФС. Это дает возможность более удобного и гибкого администрирования:

- Возможно иметь широкий набор действий, часть из которых может пересекаться. Например, имея действия «разрешено все», «запись» и «переименовать», можно наглядным образом сформировать список правил, разрешающий чтение объекта и запрещающий любое изменение, кроме изменения имени.

- Предметная область объектов, хранимых в АФС, заранее не определена. В дополнение к привычным классам, таким как документы или изображения, в АФС, возможно, будут храниться и иные объекты, со своим специфичным набором действий.

Технически, существует возможность для каждого элемента виртуальной ФС задать любой необходимый набор правил и тем самым добиться любого необходимого контроля доступа. [1] Однако необходимо отметить, что подобная гибкость в работе с правилами позволяет только задать необходимую информацию о контроле доступа (права пользователя, уровни доступа) на одном и том же графе виртуальной ФС. Для непосредственного исполнения какой-либо конкретной

модели контроля доступа необходимо, чтобы соответствующая модели логика проверки допустимости выполнения пользователем тех или иных действий была включена в серверную часть АФС.

При создании правил для каждого элемента АФС, хранение огромного количества информации становится очень накладно как технически (потребуется большой объем физического хранилища, при этом количество служебной информации может стать сопоставимо с количеством полезных данных), так и с точки зрения пользователя. Поэтому, в рамках АФС применяются определенные механизмы, позволяющие более наглядно и просто управлять списками правил для элементов.

В общем виде, правила наследуются от родительских элементов к дочерним по связям «содержит». Это проиллюстрировано на рис.2.

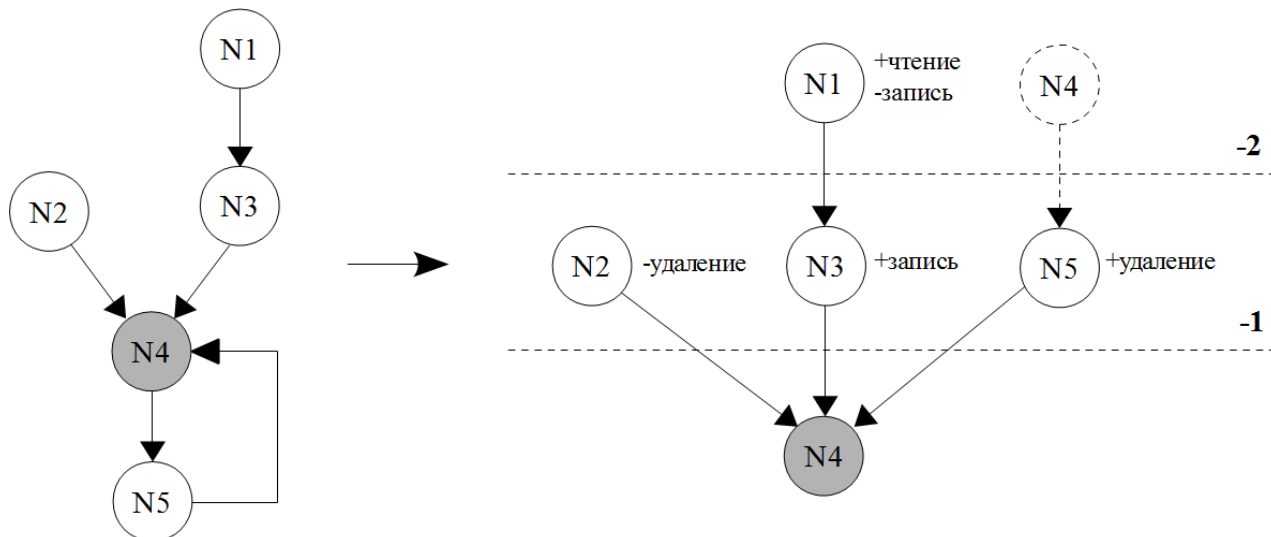


Рисунок 2 — наследование правил

При формировании списка правил для узла N4 иерархия узлов (формируемая связями «содержит») сортируется по уровням. В данном примере узлы N2 и N3 по отношению к N4 находятся на уровне -1, N1 – на уровне -2. N5 находится одновременно на уровнях +1 и -1.

Списки правил складываются поуровнево, начиная с уровня с наименьшим номером, при этом запрет имеет больший приоритет, нежели разрешение. Разрешение на запись N3 перекрывает запрет на запись N1, делая N4 доступным для записи. Но разрешение на удаление N5 не дает разрешение на удаление N4, т. к. это запрещено для N2. Таким образом, обойти явное запрещающее правило, воспользовавшись возможностью организации циклических связей, не получится.

В приведенном примере проиллюстрирован частный случай цикла длиной в один узел. В общем случае цикл может включать неограниченное количество узлов. Длинные циклы легче создать по неосторожности, т. к. пользователь, как правило не держит в уме всю цепочку наследования объектов, а лишь несколько ближайших уровней, и отношение между двумя узлами может быть неочевидно.

узел, которому назначается наследование от еще одного узла, может иметь собственные правила (которые перекроют новые наследуемые), а может и не иметь, полагаясь на механизм наследования от имевшихся ранее родительских узлов. это приводит к необходимости автоматического выполнения дополнительных действий с узлом при добавлении и удалении какого-либо из его родительских узлов:

- при добавлении нового родительского узла текущему узлу добавляются правила, унаследованные от всех его предыдущих родительских узлов.

- при удалении родительского узла, дублирующие и однозначно наследуемые правила для текущего узла удаляются.

Описанные части виртуальной файловой системы, ответственные за иерархическое представление хранящихся или отображаемых на нее данных, позволяют унифицированным образом представить содержимое различных источников данных. таким образом, они выступают в роли своеобразного «переходника» между источником данных и программным интерфейсом виртуальной файловой системы, обеспечивая абстракцию от внутренней структуры конкретного источника данных, что является ключевым моментом абстрактной файловой системы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малинин А. А. Обеспечение контроля доступа в АФС // Молодежь. Техника. Космос: труды II Общероссийской молодежной науч.-техн. конф./ Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2010. – С.240-242.

Морозов В.П.

**Россия. Санкт-Петербург. Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ОРИЕНТИРОВАННАЯ НА ЗНАНИЯ ЭКСПЕРТА**

Важнейшей проблемой практической и, прежде всего, управленческой деятельности, является проблема соответствия принимаемых решений реальным условиям поставленной задачи. В качестве иллюстрации сложившегося положения может быть приведено множество примеров, вот лишь некоторые из них:

- потери экспедиторов от неэффективного госрегулирования в порту Санкт-Петербурга превышают \$200 млн. в год;
- из-за неэффективного управления ИТ-проектами ежегодно впустую тратятся порядка \$300 млн.;
- компания «Русал» заявляет, что в результате расточительной и бездумной политики руководства «Норникеля» компания потеряла \$2 млрд.

Казалось бы, использование методов теории принятия решений должно позволить решить проблему. Так в Голландии были проведены исследования решений, принятых в области дипломатии, с точки зрения возможности их улучшения путем использования формальных методов. Выяснилось, что 70% принятых решений оказались существенно хуже, чем могли бы быть. Американские консультанты отмечают, что один доллар, вложенный в поддержку принятия решений, приносит в среднем 3 доллара прибыли. Это – в сравнительно устойчивой и предсказуемой экономике. В условиях же современной России, без риска сильно ошибиться, можно увеличить этот коэффициент в 2 – 3 раза [1].

К сожалению, использование формальных методов, как и методов, основанных на использовании «здорового смысла», сопряжено с рядом условий и ограничений, забвение которых приводит негативным результатам.

Область применения методов, основанных на интуиции и/или "здравом смысле" лица, принимающего решение (ЛПР), ограничивается возможностями человека по обработке информации в ходе решения поставленной задачи [2].

Область применения методов, основанных на использовании формального математического аппарата, ограничивается возможностью реализации, по крайней мере, трёх составляющих:

- обеспечения адекватности математической модели решаемой задаче;
- правильности выбора и применения метода, с помощью которого предполагается получить конечный результат;
- правильности интерпретация результатов, полученных с помощью выбранного метода.

Традиционно расширение области применения формальных методов решается двумя путями:

- путем повышения квалификации ЛПР;
- путем привлечения консультантов – специалистов в области формальных методов.

Положительные и отрицательные стороны каждого из подходов даны в таблице 1.

Таблица 1

Сравнение подходов, расширяющих область использования формальных методов

Путь решения	Достоинства	Недостатки
Обучение/повышение квалификации ЛПР	♦ Максимальное снижение рисков неверных решений, связанных с некомпетентностью ЛПР	♦ Отвлечение ресурсов ♦ Большие затраты времени и денежных средств
Привлечения консультантов-посредников между ЛПР и решаемой проблемой (математики и, возможно, программисты)	♦ Экономия ресурсов, особенно при решении разовых или периодически возникающих проблем	♦ Снижение оперативности принимаемых решений ♦ Появление рисков неправильных решений, связанных с проблемой «испорченного телефона»

Наличие консультанта-посредника обуславливает необходимость объяснений его действий лицу, принимающему решение. При этом, чем большая часть объяснений находит интерпретацию в предметных знаниях ЛПР, тем большее понимание и доверие вызовет полученное решение, тем более адекватным оно будет. Очевидно, что идеальным посредником является компьютерная система-посредник, все действия которой могут быть проинтерпретированы в предметных знаниях ЛПР – система поддержки принятия решений, ориентированная на предметные знания эксперта.

В данном случае математический аппарат, используемый посредником, становится как бы невидимым, «прозрачным» для ЛПР, отсюда технологии принятия решений, реализуемые с помощью идеального посредника, получили название «прозрачных» [3].

Прозрачная технология — технология, при которой проблемы некомпетентности пользователя в некоторой связанной с решением задачи области знаний элиминируются за счет однозначного отображения этих знаний в знания, в которых пользователь является экспертом [3].

Основные принципы прозрачных технологий вытекают из анализа этапов методологии решения и исследования задач прикладной математики и проблем, возникающих перед ЛПР в процессе их реализации. Этапы методологии, проблемы, возникающие перед ЛПР, и возможные пути их решения представлены соответственно в таблицах 2 и 3.

Таблица 2

Этапы методологии решения задач прикладной математики и проблемы, возникающие перед ЛПР

№	Наименование этапа	Проблемы, возникающие перед ЛПР
1	Формирование континуальной математической модели	Интерпретация задачи, сформулированной в терминах предметной области в терминах континуальной математической модели
2	Переход от континуальной математической модели к дискретной модели	Интерпретация задачи, сформулированной в терминах континуальной математической модели в терминах дискретной математической модели
3	Определение (выбор) численного метода или вычислительного алгоритма для получения решения с некоторой указанной точностью	Определение численного метода / вычислительного алгоритма, обеспечивающего получение корректного результата, в том числе отвечающего на вопрос о значениях ограничений, позволяющих успешно решить поставленную задачу
4	Программирование — перевод вычислительного алгоритма на язык вычислительных машин	Интерпретация задачи, сформулированной в терминах вычислительного алгоритма в терминах выбранного языка программирования
5	Принятие решения на основе полученных результатов	Интерпретация полученного результата в терминах предметной области, в том числе ответ на вопрос: является ли отрицательный результат фактом, утверждающим отсутствие решения вообще, и действительно ли полученное решение наилучшее

Таблица 3

Пути решения проблем, возникающих перед ЛПР

№	Проблемы, возникающие перед ЛПР	Пути решения
1	Интерпретация задачи, сформулированной в терминах предметной области в терминах континуальной математической модели	1. Прямое формирование дискретной математической модели. 2. Ориентация на модели, интерпретируемые в области профессиональных знаний пользователя (алгоритмические модели). 3. Использование понятного пользователю языка представления моделей. 4. Использование баз моделей, содержащих знания о предметной области.
2	Интерпретация задачи, сформулированной в терминах континуальной математической модели в терминах дискретной математической модели	
3	Определение численного метода / вычислительного алгоритма, обеспечивающего получение корректного результата, в том числе отвечающего на вопрос о значениях ограничений, позволяющих успешно решить поставленную задачу	1. Ориентация на методы, интерпретируемые в области профессиональных знаний пользователя (например, методы, основанные на свойствах обратной функции). 2. Использование понятного пользователю языка представления методов / вычислительных алгоритмов. 3. Ориентация на методы, позволяющие использовать гештальты эксперта, имеющие место в рассматриваемой предметной области. 4. Ориентация на методы, позволяющих ответить на вопрос «при каких ограничениях / ресурсах может быть решена поставленная задача?»
4	Интерпретация задачи, сформулированной в терминах вычислительного алгоритма в терминах выбранного языка программирования	1. Использование методов, вычислительный алгоритм которых минимально отличался бы от его программной реализации. 2. Использование средств автоматизация программирования для формирования оригинальных вычислительных алгоритмов. 3. Использование понятного пользователю языка представления программной реализации вычислительных алгоритмов.
5	Интерпретация полученного результата в терминах предметной области, в том числе: является ли отрицательный результат фактом, утверждающим отсутствие решения вообще, и действительно ли полученное решение наилучшее	1. Ориентация на процедуры, позволяющие использовать гештальты эксперта, имеющие место в рассматриваемой предметной области, при выборе окончательного решения. 2. Использование понятного пользователю единого языка представления моделей вычислительных алгоритмов и их программной реализации. 3. Использование в ходе решения задачи интуитивно понятного, дружественного интерфейса.

В основе предлагаемой прозрачной технологии (методология поддержки решений, ориентированной на предметные знания эксперта) лежат работы по новой информационной технологии [4–6] и методология моделирования, разработанная в Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации РАН [3, 7–10]. В качестве языка представления в методологии используется язык алгоритмических сетей (ЯАС) [9, 10] – графический язык, оперирующий исключительно функциональными зависимостями, имеющими место в предметной области, которой принадлежит исследуемый объект.

Основные положения методологии поддержки решений, ориентированной на предметные знания эксперта, согласно [3]:

1. Соглашение о допустимом минимуме профессиональных знаний предполагаемых пользователей.

2. Алгоритмический подход, как парадигма моделирования, наилучшим образом отражающая специфику процедурных предметных знаний пользователей, а именно: представление математических моделей, описывающих процедурные знания предметной области в виде

алгоритмов, структуризация вычислительных процедур которых осуществлена в соответствии с представлениями пользователя о причинно-следственных или временных связях явлений, характеризующих моделируемые объекты.

3. Доступный пользователю единый графический язык представления для описания моделей знаний предметной области, математических моделей решаемых задач и вычислительных алгоритмов, по которым осуществляется решение. Язык, оперирующий исключительно функциональными зависимостями, имеющими место в предметной области, которой принадлежит исследуемый объект – язык алгоритмических сетей.

4. Синтаксическая и, частично, семантическая поддержка формирования математической модели задачи.

5. База математических моделей, описывающих процедурные знания предметной области, которой принадлежат рассматриваемые задачи.

6. Автоматизация программирования, обеспечивающая возможность решения новых задач.

7. Множество математических моделей задач, процедур их формирования и методов их решения, определяемое в соответствии с вышеназванным соглашением и допускающее однозначную интерпретацию в области профессиональных знаний пользователя.

8. Использование методов, ориентированных на привлечение плохо формализуемых знаний ЛПР непосредственно в процесс получения конечного результата.

9. Интуитивно-понятный интерфейс между компьютером и конечным пользователем.

На сегодняшний день методология поддержки решений, ориентированная на предметные знания эксперта, реализуется в двух основных направлениях:

1. Поддержка принятия решений в ходе решения задач, связанных с необходимостью формирования исходного множества альтернатив (ИМА).

2. Поддержка принятия решений в ходе решения задач, связанных с выбором наилучшей альтернативы из некоторого множества заданных.

В рамках первого направления:

– Разработан язык представления, ориентированный на пользователя предметного специалиста (язык алгоритмических сетей). Язык успешно применялся в таких предметных областях, как макроэкономика, промышленность, сельское хозяйство, военное дело, химия, кораблестроение, экология, управление разработкой программных изделий.

– Разработана методология поддержки принятия решений на основе алгоритмических сетей, ориентированная на предметные знания ЛПР.

– Для задач принятия решений, требующих построения исходного множества альтернатив (ИМА), предложены методы, обеспечивающие их формирование и ориентированные на предметные знания ЛПР. В том числе методы, основывающиеся на свойствах обратной функции (методы обращения), и методы, обеспечивающие поддержку построения пространства характеристик для баз исторических данных.

– Разработан ряд моделей, необходимых для формирования ИМА в таких областях как макроэкономика, промышленность, сельское хозяйство, экология, управление разработкой программных изделий. Среди предметных областей, для которых создавались модели, можно назвать также химию, кораблестроение, военное дело. Перечень основных моделей, созданных и эксплуатировавшихся в рамках данного направления, представлен в таблице 4. В таблице 4 представлены макроэкономические модели (пп.1-9), модели промышленности (пп.10-12), модели ВПК (пп.13-14), модели сельского хозяйства (пп.15-16), экологические модели (пп.17-20) и модель оценивания характеристик проекта разработки программного изделия (п.21).

Направление представлено такими системами как система автоматизации моделирования САФИР/КОГНИТРОН [10-12], система советчик руководителя проекта разработки программного изделия АСС [13-15].

Второе направление реализуется в рамках тематики автоматизации создания проектного процесса разработки программного изделия. В рамках этого направления:

– Для задач принятия решений, не требующих построения исходного множества альтернатив, предложен метод структурирования исходного множества альтернатив, ориентированный на предметные знания ЛПР (метод поиска в базе исторических данных объектов аналогичных заданному).

– Предложен подход к решению задачи автоматизации построения проектного процесса разработки программного изделия в рамках концепции модели СММ (модель зрелости процессов разработки программного обеспечения).

– Задачу оценки выполнимости иницируемого проекта предлагается рассматривать как совокупность задач, последовательно реализующихся в трех основных этапах. Первый этап: выбор проекта-аналога и прогнозной модели для иницируемого/выполняемого проекта. Второй этап: формирование прогнозных значений множества характеристик иницируемого проекта на базе экспериментов с выбранной моделью. Третий этап: определение ресурсов, обеспечивающих успешное завершение иницируемого/выполняемого проекта.

Направление представлено такими системами как система поддержки создания баз исторических данных, организаций, разрабатывающих программные изделия (САМПО+), и система автоматизации выбора модели жизненного цикла разработки программного изделия (АРПП) [15–17].

Таблица 4

Перечень основных моделей, созданных в рамках первого направления

№	Наименование (размерность)	Место внедрена
1	Комплекс моделей производственной и социальной сфер Ленинграда (16 моделей по 150 переменных)	Ленплан
2	Модель «РОССИЯ-84» (350) — разработчики награждены бронзовой медалью ВДНХ СССР – 1986 год	Госплан РСФСР)
3	Модели: «Россия-85» (1500), «Россия-86» (850), «Россия-88» (600), «Россия-90» (500)	Госплан РСФСР
4	Модель «Край-85» (450)	Хабаровский Крайплан
5	Модель рыбохозяйственного комплекса Камчатки (500)	Камчатский облплан
6	Модели «Камчатка-90» (500), «Камчатка-91» (500)	Камчатский облплан
7	Модель социалистической экономики с элементами рынка (350)	ВЦ АН СССР (1990)
8	Модели «Налог», «Налог-1», «Налог-2» (450)	ВС СССР, РФ (1989-1992)
9	Модель социально-экономического развития Ивановской области (450)	ИГЭУ, администрация Ивановской области
10	ПОТЕНЦИАЛ — модель технологического процесса на машиностроительном предприятии (500)	ЛИЭИ, Ленинградский механический завод
11	Модель технологического процесса производства масложировой продукции (450)	Фирма «Кумир» Ивановской области
12	Модель производства стеклотары (450)	Вологодская область
13	Модель противостояния двух экономических систем — гонка вооружений (450)	ВМОЛУА
14	Модель жизненного цикла вооружений и военной техники (150)	Министерство Обороны РФ
15	Комплекс моделей сельскохозяйственного производства (6 моделей по 400)	Комитет по сельскому хозяйству Ленобласти
16	Комплекс моделей по растениеводству (20 моделей по 100 переменных)	САОЗТ «Ручьи» Ленинградской области
17	Эколого-экономическая модель водосбора оз. Севан (1300)	Институт озераведения АН АССР
18	Модель потоков неорганического вещества в нечерноземной зоне РСФСР (100)	Институт озераведения
19	Модель эко-промысловой системы Таймыра (200)	НИИСХ Крайнего Севера
20	Модель экосистемы озера (150)	Отдел водных проблем КФ АН СССР

Использование прозрачных технологий и построенных на их основе систем поддержки принятия решений, ориентированных на знания эксперта дает возможность:

- Резко повысить обоснованность и качество принимаемых решений при общем сокращении затрачиваемого времени и трудоемкости, как за счет привлечения математического аппарата, так и за счет более полного использования профессиональных знаний ЛПР.

- Существенно сэкономить деньги и время необходимые на освоение автоматизированной системы и уменьшить затраты на её эксплуатацию.

- Прекратить ненужное отвлечение кадров на обучение для разрешения периодически возникающих или разовых проблем.

Перечисленные положения подтверждаются практикой эксплуатации вышеназванных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горский П.В. Мифы и реальности использования научных методов принятия решений в бизнесе: [Электронный ресурс] http://www.devbusiness.ru/development/dms/gorsky_dms_myths.htm
2. Емельянов С.В., Ларичев О.И. Многокритериальные методы принятия решений. М.: Знание, 1985. 32 с.
3. 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.
4. Поспелов Г.С. Искусственный интеллект – основа новой информационной технологии. М.: Наука, 1988. 279 с.
5. Глушков В.М. Основы безбумажной информатики. М.: Наука, 1982. 168 с.
6. Симонс Дж. ЭВМ пятого поколения, компьютеры 90-х годов. М.: Финансы и статистика, 1985. 173 с.
7. Иванищев В.В., Марлей В.Е. Введение в теорию алгоритмических сетей. Санкт-Петербург. Изд-во СПбГТУ, 2000. 179 с.
8. Иванищев В.В., Михайлов В.В. Автоматизация моделирования экологических систем. Санкт-Петербург. Изд-во СПбГТУ, 2000. 171 с.
9. Иванищев В.В., Марлей В.Е., Морозов В.П. Язык алгоритмических сетей: Препринт №63 ЛНИВЦ АН СССР. Л., 1984. 37с.
10. Иванищев В.В., Марлей В.Е., Морозов В.П. Система автоматизации моделирования САПФИР-Искра. Основы построения системы: Препринт №99 ЛИИАН. Л., 1989. 63с.
11. Иванищев В.В., Морозов В.П., Михайлов В.В., Быков Я.А., Костельцев А.В. Система искусственного интеллекта для моделирования. – Проблемы информатизации: теоретический и науч.-практич. журнал / Российская академия наук, Министерство науки и технической политики Российской Федерации. М., 1996.– Вып.1. С.51–55.

12. Морозов В.П., Королёв О.Ф. 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.
13. Баранов С.Н., Домарацкий А.Н., Ласточкин Н.К., Морозов В.П. Автоматизация процесса управления проектом программных изделий. Программные продукты и системы, №4, 1998. С.46–48.
14. Морозов В.П. Системы управления проектами на основе прозрачных технологий / IX Санкт-Петербургская Международная Конференция «Региональная информатика–2004» («РИ–2004»), Санкт-Петербург, 22–24 июня 2004 года: Труды. СПб.: Наука, 2005. С.255–261.
15. Баранов С.Н., Домарацкий А.Н., Ласточкин Н.К., Морозов В.П. Процесс разработки программных изделий. М: Наука, Физматлит, 2000. 176 с.
16. Морозов В.П., Пунтиков Н.И., Тубольцева В.В. Метод оценивания возможности выполнения проектов разработки программных изделий / Региональная информатика–2008 (РИ–2008). XI Санкт-Петербургская Международная Конференция. Санкт-Петербург, 22–24 октября 2008 г. Труды конференции \ СПОИСУ. СПб, 2009. С.65–68.
17. Морозов В.П., Калугина Е.А., Тележкин А.М. Система поддержки создания баз исторических данных компаний, разрабатывающих программное обеспечение. Четвертая всероссийская научно-практическая конференция по имитационному моделированию и его применению в науке и промышленности «Имитационное моделирование. Теория и практика». Сборник докладов. Т.2. СПб: ОАО ЦТСС, 2009. С. 174– 177.

Павлов А.Н., Потрясаев С.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПОКАЗАТЕЛИ СТРУКТУРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ДЕГРАДАЦИИ МОНОТОННЫХ
КАТАСТРОФООУСТОЙЧИВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Введение

Сегодня информационно-вычислительные и управляющие системы стали неотъемлемой частью современных сложных технических комплексов. Внезапный выход из строя таких систем приводит в лучшем случае к полной остановке управляемого объекта, а в худшем – к аварийным ситуациям с катастрофическими последствиями. Особенно сильное влияние такого рода ситуации оказывают на информационные системы (ИС) финансовой индустрии, один час неработоспособного простоя которых может привести к огромным потерям, исчисляемым несколькими миллионами долларов (таблица 1).

Таблица 1

Финансовые потери по вине отключения электричества

Индустрия	Операция	Средняя стоимость часа простоя, \$
Финансы	Маклерские операции	6,5 млн.
Финансы	Авторизация кредитных карт	2,6 млн.
СМИ	Платное телевидение	1,1 млн.
Торговля	Покупка из дома (ТВ)	113 тыс.
Транспорт	Резервирование билетов	89,5 тыс.

Один из перспективных путей парирования указанных ситуаций связан с созданием и применением катастрофоустойчивых информационных систем (КАИС), т.е. систем, способных выполнять свои функции, возможно с допустимым уровнем потери качества выполнения целевых и обеспечивающих задач, при отказах определенного числа своих компонентов.

При анализе свойства катастрофоустойчивости ИС следует различать структурную и функциональную устойчивость ИС [1]. В случае исследования структурной устойчивости (устойчивости по состоянию, статической устойчивости) анализируется топология системы и характеристики работоспособности ее компонентов при различных неблагоприятных воздействиях. В данном случае идет борьба за сохранение работоспособности системы на основе ее реконфигурации за счет имеющейся (вообще говоря, заранее введенной) структурной избыточности. При анализе функциональной устойчивости (динамической устойчивости) характеристики ИС учитываются опосредованно через снижение качества достижения целей функционирования системы. При этом, как правило, используются заранее выделенные средства и заранее разработанные способы поддержания работоспособности системы, тем не менее, возможно снижение качества выполнения основных функций системы по мере увеличения тяжести последствий неблагоприятных воздействий.

Несмотря на непрерывное повышение качества и надежности компонентов современных информационных систем, решить проблему устойчивости ИС, не затрагивая их структуру и организацию функционирования, невозможно. Для решения задач изменения структурного состояния КАИС, чаще всего, используют реконфигурацию.

Говоря о реконфигурации структур КАИС, необходимо прежде всего подчеркнуть, что указанный процесс включает в себя комплекс операций, связанных с изменением структуры и обеспечивающих сохранение или повышение уровня её целевых и информационно-технологических возможностей, либо обеспечивающих наиболее «благоприятный» процесс деградации.

Основное отличие реконфигурации структур КАИС от управления резервами (функциональными, временными, структурными) состоит в том, что реконфигурация может применяться и в тех случаях, когда резервы исчерпаны, но возможен переход на уровни частичной работоспособности КАИС, характеризующиеся понижением качества выполнения целевых задач объектами системы.

Решение задачи управления структурной реконфигурацией КАИС требует не только количественного оценивания структурной надежности (структурного построения) промежуточных состояний, в которых может находиться система, но и такого свойства КАИС как структурная устойчивость. С усложнением ИС свойство устойчивости становится все более определяющим, что является естественным при стремлении совершенствовать ИС до уровня биологических систем.

В настоящее время в различных работах предложено много различных показателей живучести структуры. К ним можно отнести следующие показатели: показатели, оценивающие свойство связности структуры; показатели, оценивающие пропускную способность; показатели, представленные в виде отношения вероятностей (или стоимостных затрат) выполнения целевой задачи системой для базовой и рассматриваемой промежуточной структур и ряд других.

Следует отметить, что анализ устойчивости (в частности, структурной устойчивости) надо проводить с учетом влияния различных факторов. Для определения значений показателей устойчивости в этих условиях, чаще всего, используют игровые модели, модели массового обслуживания, имитационное моделирование [1,2].

Для анализа свойства структурной устойчивости КАИС, а также для синтеза системы, соответствующей заданному уровню структурной устойчивости, необходимо ввести количественную меру. При решении данной задачи за основу примем подход, предложенный в работе [2].

Как правило, анализ структурно-сложных объектов начинается с построения схемы функциональной целостности объекта [6]. В состав построенной схемы входят функциональные элементы, представляющие собой различные технологические операции, подсистемы, блоки, узлы, связи различной физической природы, элементы и т.п.

При исследовании структурной устойчивости КАИС будем предполагать, что структура ИС является монотонной и в ней возникают отказы функциональных элементов (компонент) различной кратности. Обобщенный отказ i -ой кратности [2] означает, что рассматриваются структурные состояния КАИС, которые образуются при последовательном отказе всевозможных сочетаний (C_n^i) из всего множества функциональных элементов структуры по i различным элементам ($i \leq n$, где n число компонент рассматриваемой структуры КАИС). Среди множества структурных состояний для данного обобщенного отказа определяется множество работоспособных состояний, мощность которого обозначим R_i .

Тогда в качестве коэффициента структурной устойчивости КАИС при обобщенном отказе i -ой кратности примем отношение числа работоспособных структурных состояний к общему числу состояний, т.е.

$$G_i = \frac{R_i}{C_n^i}. \quad (1)$$

Отношение же числа неработоспособных структурных состояний ($N_i = C_n^i - R_i$) к общему числу состояний (2) будет определять структурную деградацию КАИС.

$$D_i = \frac{N_i}{C_n^i}. \quad (2)$$

Для определения структурной устойчивости и деградации КАИС следует исследовать процесс формирования работоспособных и неработоспособных структурных состояний. Причем необходимо отметить, что общее число структурных состояний при обобщенном отказе i -ой кратности может быть меньше C_n^i , т.к. отказ отдельных элементов может приводить к потере работоспособности одного или нескольких других элементов (зависимые отказы). Причем величина кратности обобщенного отказа задает уровень структурной деградации КАИС.

Зависимость коэффициента структурной устойчивости от кратности обобщенного отказа представляет собой функцию структурной устойчивости КАИС $\Psi(i) = G_i = \frac{R_i}{C_n^i}$. Для сравнения различных структур по показателю структурной устойчивости введем относительную функцию структурной устойчивости $\Psi(\frac{i}{n})$, заданную на дискретном множестве обобщенных отказов, и произведем ее линейную интерполяцию кусочно-линейной функцией $\hat{\Psi}(x)$, $x \in [0,1]$. Тогда в качестве интегрального показателя структурной устойчивости КАИС можно ввести следующий функционал

$$F_g = \int_0^1 \Psi(x) dx. \quad (3)$$

1. Вычисление работоспособных структурных состояний и интегральной оценки структурной устойчивости

Известно, что для проведения структурного анализа сложных объектов используют [4-7] функции надежности, безопасности, живучести, работоспособности, минимальных сечений отказов и т.п., которые находятся путем ортогонализации монотонных и немонотонных функций алгебры логики (ФАЛ), а также замещением логических аргументов в ФАЛ вероятностями их истинности и соответствующих логических операций арифметическими.

В работах [3-5,7] введено понятие генома структуры, представляющего собой вектор $\chi = (\chi_0, \chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n)$, компонентами которого являются коэффициенты полинома $T(Q) = \chi_0 + \chi_1 Q + \chi_2 Q^2 + \dots + \chi_n Q^n$ функции минимальных сечений отказов структуры, составленной из однородных элементов. Анализ генома структуры [3-5] позволяет выявить следующую информацию: сведения о топологических свойствах структуры монотонной системы; данные о принадлежности исследуемого объекта к классу монотонных или немонотонных систем; провести оценивание интегральных показателей надежности системы, а также частных показателей критичности отказов элементов монотонных и немонотонных систем, связанных с ее структурным построением.

Более того с помощью генома структуры можно вычислять верхнюю оценку интегрального показателя структурной устойчивости монотонных КАИС.

Для этого определим понятие неработоспособного структурного состояния КАИС. При построении генома структуры монотонной системы использовались минимальные сечения отказов. Будем считать, что КАИС находится в неработоспособном структурном состоянии, если при обобщенном отказе удалены все элементы, входящие, по крайней мере, хотя бы в одно из таких сечений.

Рассмотрим следующие варианты наличия в структуре КАИС минимальных сечений отказов.

Вариант 1: структура КАИС характеризуется k минимальными сечениями отказов, каждый из которых состоит из m элементов. Причем сечения отказов не имеют общих элементов.

В этом случае функция структурной устойчивости при обобщенном отказе i -ой кратности можно вычислить по формуле (4)

$$\Psi(i) = 1 - \frac{N_i}{C_n^i} = 1 - \frac{\sum_{j=1}^{\min\{\lfloor \frac{i}{m} \rfloor, k\}} (-1)^{j-1} C_k^j C_{n-jm}^{i-jm}}{C_n^i}, \quad (4)$$

где $\lfloor \frac{i}{m} \rfloor$ – целая часть отказавших минимальных сечений при данном обобщенном отказе.

Проанализируем формулу (4). Согласно выражению (4) при обобщенном отказе i -ой кратности в случае наличия в структуре j одновременно отказавших сечений число неработоспособных состояний можно вычислить по формуле (5)

$$N_i = C_k^j C_{n-jm}^{i-jm}, \quad (5)$$

где C_k^j – число сочетаний из k минимальных сечений по j -му числу отказавших сечений, C_{n-jm}^{i-jm} – число сочетаний из оставшихся $n-jm$ элементов по оставшимся отказавшим $i-jm$ элементам. Чередование знака в формуле (4) требуется для подсчета реального числа неработоспособных состояний (удаляем повторно учитываемые сочетания и добавляем лишне удаленные сочетания).

Вариант 2: структура КАИС характеризуется k минимальными сечениями отказов, каждый из которых состоит из m_j ($j = 1, \dots, k$) элементов. Причем сечения отказов не имеют общих элементов.

Тогда число неработоспособных структурных состояний при обобщенном отказе i -ой кратности примет следующий вид (6):

$$N_i = \sum_{j=1}^k \delta(i - m_j) C_{n-m_j}^{i-m_j} - \sum_{j_1=1}^k \sum_{j_2 > j_1}^k \delta(i - m_{j_1} - m_{j_2}) C_{n-m_{j_1}-m_{j_2}}^{i-m_{j_1}-m_{j_2}} + \\ + \sum_{j_1=1}^k \sum_{j_2 > j_1}^k \sum_{j_3 > j_2}^k \delta(i - m_{j_1} - m_{j_2} - m_{j_3}) C_{n-m_{j_1}-m_{j_2}-m_{j_3}}^{i-m_{j_1}-m_{j_2}-m_{j_3}} - \dots (-1)^{k-1} \delta(i - m_{j_1} - m_{j_2} - \dots - m_{j_k}) C_{n-m_{j_1}-m_{j_2}-\dots-m_{j_k}}^{i-m_{j_1}-m_{j_2}-\dots-m_{j_k}}, \quad (6)$$

где $\delta(x) = \begin{cases} 1, & x \geq 0 \\ 0, & x < 0 \end{cases}$ – дискретная функция Хэвисайда.

При условии $m_1 = m_2 = \dots = m_k = m$ формула (6) преобразуется в формулу (4).

Вариант 3: структура КАИС характеризуется k минимальными сечениями отказов, каждый из которых состоит из m_j ($j = 1, \dots, k$) элементов. Причем сечения отказов имеют общие элементы.

В данной ситуации число неработоспособных структурных состояний при обобщенном отказе i -ой кратности примет следующий вид:

$$N_i = \sum_{j=1}^k \delta(i - m_j) C_{n-m_j}^{i-m_j} - \sum_{j_1=1}^k \sum_{j_2 > j_1}^k \delta(i - m_{j_1} - m_{j_2} + m_{j_1 j_2}) C_{n-m_{j_1}-m_{j_2}+m_{j_1 j_2}}^{i-m_{j_1}-m_{j_2}+m_{j_1 j_2}} + \\ + \sum_{j_1=1}^k \sum_{j_2 > j_1}^k \sum_{j_3 > j_2}^k \delta(i - m_{j_1} - m_{j_2} - m_{j_3} + m_{j_1 j_2 j_3}) C_{n-m_{j_1}-m_{j_2}-m_{j_3}+m_{j_1 j_2 j_3}}^{i-m_{j_1}-m_{j_2}-m_{j_3}+m_{j_1 j_2 j_3}} - \dots \\ \dots (-1)^{k-1} \delta(i - m_{j_1} - m_{j_2} - \dots - m_{j_k} + m_{j_1 j_2 \dots j_k}) C_{n-m_{j_1}-m_{j_2}-\dots-m_{j_k}+m_{j_1 j_2 \dots j_k}}^{i-m_{j_1}-m_{j_2}-\dots-m_{j_k}+m_{j_1 j_2 \dots j_k}} \quad (7)$$

В формуле (7) величины $m_{j_1 j_2 \dots j_k}$ представляют собой суммарное число общих элементов в минимальных сечениях отказов с номерами $j_1, j_2, \dots, j_k$.

Используя формулы (4), (6), (7) можно вычислить относительную функцию структурной устойчивости монотонных КАИС и определить интегральный показатель структурной устойчивости системы. Однако, для этих вычислений необходим набор минимальных сечений отказов. В общем случае, нахождения минимальных сечений отказов является NP трудной задачей.

Используя геном структуры $\hat{\Gamma} \Phi(\chi_0, \chi_1, \chi_2, \dots, \chi_n)$, можно оценить различные топологические свойства структуры монотонных систем [3-5]. Так первая ненулевая компонента генома χ_r , $r > 0$ равна числу минимальных сечений с мощностью r , а количество элементов в схеме функциональной целостности равно размерности генома [3-5]. Зная данные значения, можно, используя формулу (4), вычислить верхнюю границу интегрального показателя структурной устойчивости КАИС.

Причем площадь под графиком интерполяционной функции структурной устойчивости $\Psi(x)$, имеющей значения $\Psi(x) = 1$ (т.е. отсутствуют неработоспособные состояния при обобщенных отказах функциональных элементов), можно интерпретировать как показатель структурной избыточности КАИС, а площадь области между графиками $y = \Psi(x)$ и $y = 1$ – показатель структурной деградации ИС.

2. Пример расчета показателей структурной устойчивости сложных сетей.

Большинство реальных КАИС имеют сложную комбинированную структуру, часть элементов которой образует последовательное соединение, другая часть – параллельное, отдельные элементы или подструктуры образуют циклические (мостиковые) связи и отношения между собой. В ряде случаев структура систем весьма сложна, что особенно характерно для информационных сетей систем. Наиболее простой пример подобных структур (мостиковая схема) показан на рисунке 1.

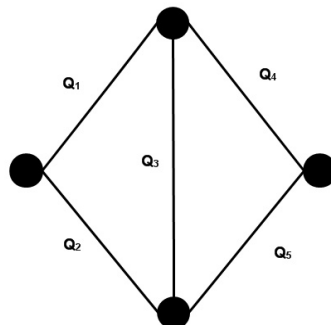


Рис. 1. Мостиковая структура

Приведем вычисления показателя структурной устойчивости для базовой среди сложных двухполюсных сетей – мостиковой структуры.

Геном данной структуры равен $\chi = (0, 0, 2, 2, -5, 2)$. Анализ компонент генома выявил в рассматриваемой структуре два минимальных сечения мощности два и два минимальных сечения

мощности три. Такими сечениями действительно являются множества $\{Q_1, Q_2\}, \{Q_4, Q_5\}, \{Q_1, Q_3, Q_5\}, \{Q_2, Q_3, Q_4\}$. Причем данные сечения имеют общие элементы. Применим формулу (4) для вычисления коэффициента структурной устойчивости по двум минимальным сечениям мощности 2, формулу (6) для вычисления коэффициента структурной устойчивости по двум минимальным сечениям мощности 2 и по двум минимальным сечениям мощности 3 без учета общих элементов, формулу (7) для вычисления коэффициента структурной устойчивости по двум минимальным сечениям мощности 2 и по двум минимальным сечениям мощности 3 с общими элементами. Относительная функция структурной устойчивости мостиковой структуры, вычисленная по приведенным формулам, изображена на рисунке 2.



Рис. 2. Структурная устойчивость мостиковой структуры

Результаты вычисления структурной устойчивости с учетом общих элементов минимальных сечений отказов и без учета совпали. Используя функционал (3), вычислим интегральный показатель структурной устойчивости мостиковой структуры для рассматриваемых вариантов. Результаты вычисления следующие:

верхняя оценка структурной устойчивости равна

$$F_g^{<2,2>} = \int_0^1 \Psi^{<2,2>}(x) dx = 0.54;$$

реальная оценка структурной устойчивости мостиковой структуры равна

$$F_g^{<2,3>} = \int_0^1 \Psi^{<2,3>}(x) dx = 0.5.$$

Показатель структурной избыточности рассматриваемой структуры равен $S_{изб} = 0.2$, а показатель структурной деградации в первом случае $S_{дег}^{<2,2>} = 0.46$, в остальных $S_{дег}^{<2,3>} = 0.5$.

Заключение

1. Изложены теоретические основы вычисления показателей структурной устойчивости и деградации монотонных КАИС.

2. Используемая в работе [2] интегральная оценка устойчивости параллельно-последовательных структур (формула (4)) обобщена для параллельно-последовательных и сложных структур, когда они имеют минимальные сечения отказов различной мощности (формула (6)) с общими элементами (формула (7)).

3. Следует указать, что варианты обобщенных отказов, при которых отказы одних компонент системы приводят к лавинообразному отказу других компонент в работе не рассматривались.

Исследования, выполненные по данной тематике, проводились при финансовой поддержке РФФИ (гранты 10-07-00311-а, 10-08-90027-Бел-а, 11-08-00767-а), ОНИТ РАН (проект №О-2.3/03).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Верзилин Д.Н., Москвин Б.В., Павлов А.Н., Соколов Б.В. Военная системотехника и системный анализ. Учебник / под ред. Павлова А.Н. СПб.: ВКА, 2010. 251 с.
2. Живучесть микропроцессорных систем управления / Н. Т. Березюк, А. Я. Гапунин, Н. И. Подлесный. К.: Тэхника, 1988. 143 с.

3. Павлов А.Н., Соколов Б.В., Сорокин М.В. Анализ структурной динамики комплексной системы защиты информации // Информатика и безопасность. 2009. Т. 12, № 3. С.389-396.
4. Павлов А.Н. Логико-вероятностный и нечетко-возможностный подходы к исследованию монотонных и немонотонных структур // XI Международная научно-техническая конференция «Кибернетика и высокие технологии XXI века», 12–14 мая 2010 г. Тез. Докладов. Воронеж, 2010, С. 483–492.
5. Павлов А.Н. Исследование немонотонных систем: анализ «мостиковой» структуры // Труды X Международной научной школы МАБР-2010 «Моделирование и анализ безопасности и риска в сложных системах», Санкт-Петербург, 6–10 июля 2010 г. – СПб.: ГУАП, 2010, С. 85–93.
6. Можаяев А.С. Универсальный графоаналитический метод, алгоритм и программный модуль построения монотонных и немонотонных логических функций работоспособности систем. // Труды третьей Международной научной школы "Моделирование и Анализ Безопасности и Риска (МАБР – 2003)", август 20–23, 2003, СПб, 517 с.
7. Осипенко С.А., Павлов А.Н. Исследование безопасности сложных технических объектов // Известия Вузов. Приборостроение. 2010, том №53, №11, с.27–32.

Потрясаев С.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ
И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ**

Для удовлетворения всего многообразия требований современных предприятий постоянно разрабатываются и внедряются новые организационно-технические системы. Стремительное развитие электронной коммуникационной среды предоставляет уникальные возможности взаимодействия, но взамен приводит к постоянно растущей сложности используемых систем. Сложность технических систем, в основном, вызвана увеличением числа входящих в их состав подсистем и объектов, а также, соответственно, стремительным ростом числа внутренних связей. Кроме того, СТС функционируют, как правило, в условиях существенной неопределённости, связанной с изменением содержания целей и задач, стоящих перед СТС, воздействием возмущающих факторов со стороны внешней среды и имеющих целенаправленный и/или нецеленаправленный характер. Особое значение, в частности, приобретает функционирование СТС в условиях возникшей катастрофы. В этой ситуации важно иметь инструменты, позволяющие автоматизировать управление сложными техническими системами (СТС) с учётом указанных факторов неопределённости. Управление СТС по своей структуре многофункционально, и важнейшей функцией является планирование работы указанной системы. Учитывая сложность современных СТС, наибольший положительный эффект от автоматизации планирования функционирования рассматриваемых систем достигается при комплексном планировании их функционирования, то есть совместном планировании всех процессов и распределении ресурсов СТС. В этом случае появляется возможность решения задач выбора со многими критериями (с несколькими отношениями предпочтения) для удовлетворения разнородным требованиям, которые предъявляются к такого рода системам.

В ходе решения задачи автоматизации планирования функционирования сложной технической системы был разработан алгоритм комплексного динамического планирования операций и распределения ресурсов применительно к корпоративной информационной системе (КИС). Для оценки катастрофоустойчивости (в данном контексте – нечувствительности плана к возмущающим воздействиям) найденных решений был применён алгоритм построения и аппроксимации областей достижимости динамической системы, описывающей процесс программного управления КИС в пространстве показателей качества планирования, для случая интервально-заданных возмущающих воздействий.

На концептуальном уровне процесс функционирования КИС был интерпретирован как процесс выполнения комплексов целевых, обеспечивающих и вспомогательных операций, связанных с переходом КИС из одного состояния в другое. При этом само состояние КИС характеризовалось заданной совокупностью параметров соответствующих операций, то есть, рассматривалась динамическая интерпретация процессов выполнения операций в КИС.

Для формального описания указанной выше задачи планирования операций и распределения ресурсов в КИС использовались несколько моделей, отражающих различные аспекты её функционирования: программного управления операциями; модель программного управления движением; модель программного управления ресурсами; модель управления потоками; модель программного управления вспомогательными операциями.

На основе указанных частных динамических моделей была сформирована обобщённая динамическая модель процессов функционирования КИС:

$$\mathbf{M} = \left\{ \begin{array}{l} \dot{\mathbf{u}}(t) \in \mathcal{F}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, t); \\ h_0(\mathbf{x}(t_0)) \leq \mathcal{O}; h_1(\mathbf{x}(t_f)) \leq \mathcal{O}; \\ q^{(1)}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \mathcal{O}; q^{(2)}(\mathbf{x}, \mathbf{u}) = \mathcal{O}; \end{array} \right. \quad (1)$$

где $\bar{x} = \|\bar{x}^{(o)T} \bar{x}^{(k)T} \bar{x}^{(n)T} \bar{x}^{(c)T}\|^T$, $\bar{u} = \|\bar{u}^{(o)T} \bar{u}^{(k)T} \bar{u}^{(n)T} \bar{u}^{(c)T}\|^T$ – обобщённые векторы состояния и управления КИС; $\bar{h}_0, \bar{h}_1$ – известные вектор-функции, с помощью которых задаются краевые условия для вектора $\bar{x}$ в моменты времени $t = t_0$ и $t = t_f$; $\bar{q}^{(1)}, \bar{q}^{(2)}$ – векторные функции, с помощью которых задают основные пространственно-временные, технические и технологические ограничения, накладываемые на процесс функционирования КИС.

Кроме выражения (1) в состав детерминированной динамической модели планирования должна входить система показателей качества планирования, задаваемая следующим векторным показателем:

$$\bar{J} = \|\bar{J}^{(o)T} \bar{J}^{(k)T} \bar{J}^{(n)T}\|^T \quad (2)$$

компонентами которого являются векторы частных показателей качества планирования. Компоненты обобщённых векторов состояния, управления и показателей качества относятся к записанным ранее моделям.

Задача планирования может быть сформулирована как следующая задача программного управления динамической системой (1): необходимо найти такое допустимое управление $\bar{u}(t), t \in (t_0, t_f]$, которое удовлетворяет требуемым ограничениям $\bar{q}^{(1)}(\bar{x}, \bar{u}) = \bar{O}, \bar{q}^{(2)}(\bar{x}, \bar{u}) = \bar{O}$ и переводит динамическую систему $\dot{\bar{x}} = \bar{f}(\bar{x}, \bar{u}, t)$ из заданного начального состояния $\bar{h}_0$ в заданное конечное состояние $\bar{h}_1$. Если таких управляющих воздействий (планов) будет несколько, то среди них необходимо выбрать наилучшее, при котором компоненты вектора (2) принимают экстремальные значения.

Разработанный алгоритм комплексного планирования операций и распределения ресурсов в КИС, позволяет исходную задачу планирования, имеющую по своей «природе» дискретно-непрерывный характер, преобразовать с помощью принципа максимума Л.С. Понтрягина и метода локальных сечений В.Г. Болтянского в двухточечную краевую задачу, и использовать для её решения метод последовательных приближений.

Воздействия катастроф и соответствующие им факторы неопределённости в разработанной модели учитывались посредством величин $\xi_j^{(e,1)}$ и $\xi_j^{(e,2)}$, влияющих на ограничения $\bar{q}^{(1)}$ и $\bar{q}^{(2)}$ в модели (1). Интерпретация может быть, например, следующей: величины $\xi_j^{(e,1)}$ и $\xi_j^{(e,2)}$ – это коэффициенты перед максимальной пропускной способностью вычислительных средств и каналов связи, заданные максимальным и минимальным значением. На основе четырёх планов с крайними значениями величин $\xi_j^{(e,1)}$ и $\xi_j^{(e,2)}$ строились аппроксимации областей достижимости рассматриваемой динамической системы в пространстве двух заданных показателей качества планирования: полнота обработки информации и полнота её передачи. Аналогично в этом же пространстве показателей задавалась область, ограниченная минимальными и максимальными значениями указанных показателей качества (на основе экспертных оценок или требований, предъявляемых к процессу функционирования КИС). Катастрофоустойчивость плана оценивалась геометрически, по взаимному расположению аппроксимации области достижимости и области допустимых минимальных и максимальных значений показателей качества.

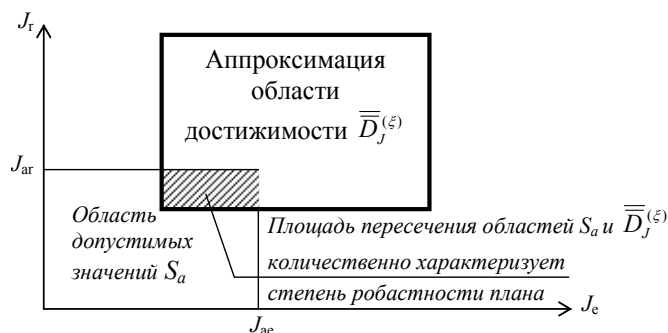


Рис. 1. Геометрическая оценка катастрофоустойчивости плана

На основе рассмотренных выше концепций КИС, моделей и алгоритмов был создан прототип программного комплекса, предназначенный для подтверждения их конструктивности и корректности.

С использованием данного прототипа программного комплекса были проведены экспериментальные расчёты на примере решения задачи комплексного оперативного планирования операций и распределения ресурсов в центре управления полётами (ЦУП) навигационных

космических аппаратов (НКА), применяемых для определения местоположения объекта обслуживания беззапросным способом.

Для постановки указанной задачи было введено несколько множеств. Во-первых, множество НКА $A = \{A_i, i \in N\}$, $N = \{1, K, n\}$, входящих в состав орбитальной системы НКА. Для правильной работы орбитальной системы НКА необходимо постоянно выполнять комплекс операций для уточнения и коррекции навигационной информации, хранящейся в навигационно-временном комплексе каждого НКА. Данную задачу выполняет наземный комплекс управления, в частности, ЦУП, в состав которого, кроме прочего, входят пункты обработки информации и управления. Обозначим их множество $B = \{B_j, j \in M\}$, $M = \{1, K, m\}$. Кроме того, были введены в рассмотрение еще два множества: множество выполняемых в ЦУП операций $D = \{D_{\kappa}^i, \kappa \in \Phi^i\}$, $\Phi^i = \{1, K, S_i\}$, а также множество потоков $P = \{P_{\rho}^i, \rho \in P^i\}$, $P^i = \{1, K, \Pi_i\}$.

С учётом вышеизложенного, на содержательном уровне задача комплексного планирования операций в ЦУП была сформулирована следующим образом: необходимо найти такую допустимую программу управления ЦУП (план его функционирования), в ходе реализации которой будут выполнены своевременно и полностью все операции, входящие в соответствующие технологические циклы управления НКА, а качество обеспечения объекта обслуживания навигационной информацией удовлетворяло бы заданным требованиям. При этом если будет получено несколько допустимых программ управления ЦУП, то необходимо выбрать наилучшую (оптимальную) программу (план) с точки зрения принятых критериев оптимальности.

Для решения поставленной выше задачи основные исходные данные были заданы следующим образом.

Интервал планирования T составляет 12 часов с шагом $\Delta = 5$ минут. На заданном интервале реализуются целевые A' и обеспечивающие A'' процессы, связанные с функционированием 20-ти НКА. Каждый процесс включает от 4 до 7 операций D^i , в ходе которых за время $a_{i\alpha}^{(o,1)}$ от 10 до 30 минут, необходимо обработать от 5 до 12 условных единиц информации $a_{i\kappa}^{(n,1)}$.

Обработанная информация передаётся на НКА и в резервный центр по каналам передачи данных сеансами связи D^i длительностью 10–30 минут, в течение которых должно быть передано 5–10 условных единиц информации $a_{i\kappa}^{(n,1)}$.

Указанные процессы реализуются на двух вычислительных машинах B_1 и B_2 , каждая из которых может параллельно решать две задачи ($R_{1,2}^{(o,1)} = 2$) с суммарной интенсивностью $R_j^{(n,1)}$ 2–3 условные единицы информации в минуту. Передачу информации осуществляют 5 СОД ($R_1^{(n,1)} = 5$) суммарной интенсивностью передачи $C_{v\mu\rho}^{(n,2)}$ от 2 до 4 условных единиц информации в минуту.

Передача информации на борт НКА должна быть осуществлена в пределах его зоны видимости, описываемой функцией $\varepsilon_{ij}(t)$, которая формируется по результатам баллистических расчётов. Выполнение данной операции за пределами зоны видимости влечёт за собой наложение штрафа согласно заданной штрафной функции $\alpha_{i\kappa}^{(o,1)}(\tau)$.

Первым критерием оптимальности плана выбирается своевременность закладки информации на борт НКА. Вторым по значимости критерий – точность выполнения краевых условий модели управления операциями (полнота выполнения операций). Третий – равномерность загрузки ресурсов на интервале планирования.

В представленной ниже таблице проведено сравнение частных и обобщённого показателей качества двух полученных ранее решений. Символами FIFO обозначен план, построенный с использованием правила назначения приоритета «первый пришёл – первым обслуживается», символами DYN – план, построенный с помощью алгоритма динамического планирования.

Как видно из Таблицы 1, применение алгоритма динамического планирования операций в КИС в конкретном примере позволяет улучшить обобщённый показатель качества на 5%.

Следует отметить, что улучшение обобщённого показателя качества зависит от исходных данных, более того, при многократном решении задачи комплексного планирования операций в КИС с различными их вариантами наблюдались определённые закономерности у данной зависимости. Для выявления этих закономерностей было проведено более 1500 экспериментов, что стало возможно благодаря использованию разработанного программного генератора исходных моделей. В качестве базовой модели рассматривалась модель, описанная в предыдущем примере.

Таблица 1

Сравнение показателей качества решений

Показатель качества	FIFO	DYN
Объём необработанного информационного потока	14,80	11,15
Неравномерность загрузки ресурсов	0,05	0,00
Нарушение директивных сроков	56,50	56,00
Обобщённый показатель качества, формула (2)	71,35	67,15

В ходе проведённых экспериментов было выявлено, что наибольшее влияние оказывают суммарное количество выполняемых операций на интервале планирования и «плотность» операции, которая определяется по формуле:

$$P = \frac{a_{\text{cp}}^{(n,1)}}{C_{\text{cp}}^{(n,1)} \cdot a_{\text{cp}}^{(o,1)}} \cdot 100\% \quad (3)$$

где $a_{\text{cp}}^{(n,1)}$ – среднее арифметическое объёмов данных всех операций, $a_{\text{cp}}^{(o,1)}$ – среднее арифметическое длительностей всех операций, $C_{\text{cp}}^{(n,1)}$ – среднее арифметическое всех интенсивностей обработки операции ресурсом.

На рисунке 2 приведён график поверхности в пространстве следующих показателей: количество НКА, плотность операции, улучшение обобщённого показателя качества по сравнению с эвристическим планом (FIFO).

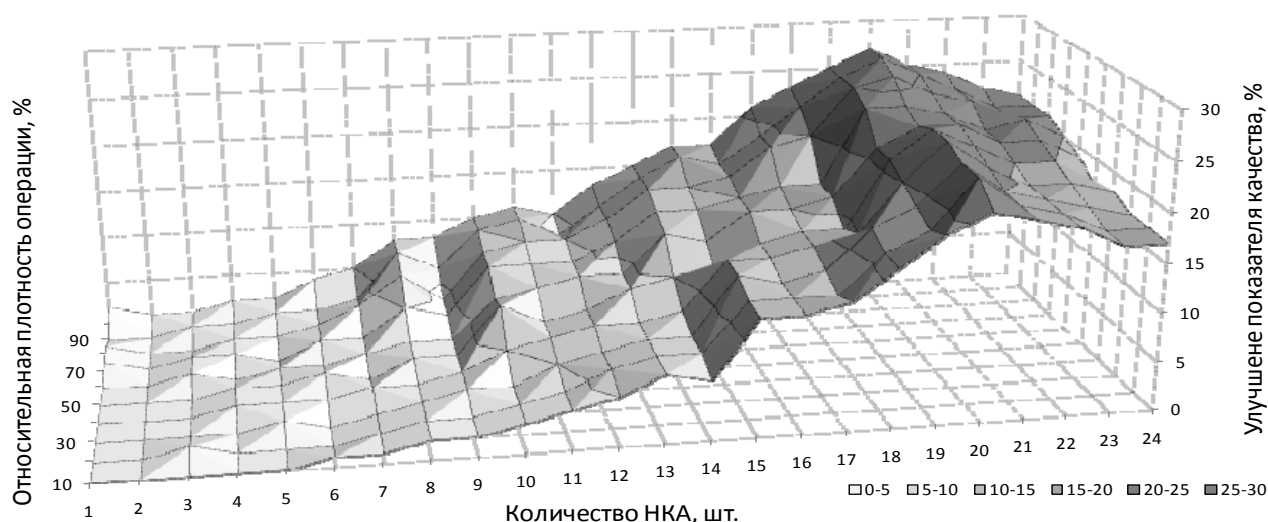


Рис. 2. Влияние исходных данных на улучшение показателя качества

График построен на основе 720 экспериментов. Для каждой точки поверхности решалось три задачи с фиксированием плотности операций, числа НКА и характеристик ресурсов, но варьированием других параметров модели (дисперсия объёмов выполняемых операций, соотношение суммарного объёма операций к числу процессов). Итоговая точка по вертикальной оси формировалась как среднее арифметическое улучшений показателей качества трёх решений.

Улучшение показателя качества («выигрыш») – это отношение разницы обобщённых показателей качества эвристического (FIFO) и оптимального плана к обобщённому показателю качества эвристического (FIFO) плана.

Анализ полученных результатов показал следующее. При минимальной загрузке ресурсов (занятость каждого ресурса не превосходит $0.1 \cdot T$) использовать алгоритм динамического планирования нецелесообразно, так как улучшение показателя качества не превосходит 3%. Первый значимый эффект от применения динамического планирования наблюдается при занятости ресурсов $0.2 \cdot T$ и составляет 5–10%. Далее величина улучшения показателя качества нарастает по закону, близкому к линейному. Наибольший выигрыш, до 23–27%, проявляется при занятости ресурсов $0.8 \cdot T$. При дальнейшем увеличении загрузки ресурсов (увеличении числа обслуживаемых НКА) происходит постепенный спад величины улучшения показателя качества. При максимальной загрузке (24 НКА в рассматриваемом примере) данная величина снижается до отметки 17–20%.

Также выявлено, что увеличение числа и производительности доступных ресурсов происходит сдвиг точки наивысшего выигрыша в сторону большего числа НКА. Так, согласно проведённым дополнительным экспериментам, наибольший выигрыш от использования алгоритма динамического планирования при 24 НКА получился бы в случае использования либо трёх вычислительных машин,

параллельно решающих две задачи, либо двух вычислительных машин, решающих одновременно по три задачи каждая.

Получив эталонные решения для нескольких опорных точек, соответствующих типовым вариантам исходных данных, можно определить целесообразность использования того или иного эвристического алгоритма вместо алгоритма динамического планирования. На рисунке 2 представлен фрагмент графика, отображающего нормированные значения показателей качества для некоторых типовых вариантов исходных данных. Значения показателя качества эвристических решений рассчитываются как доли эталонного решения, принятого за 100%. Так, например, на графике можно выделить следующие области: №1, не более 12 НКА – область эквивалентного использования эвристических и эталонного решения, так как значения показателей качества отличаются не более чем на 5%; №2, от 13 до 20 НКА включительно и №4, 23 и 24 НКА – область предпочтительного использования эталонного решения, при необходимости использования эвристических решений выбор конкретной дисциплины назначения приоритетов не принципиален; №3 – область предпочтительного использования эталонного решения, при необходимости использования эвристических решений целесообразнее использовать дисциплину назначения приоритетов LIFO.

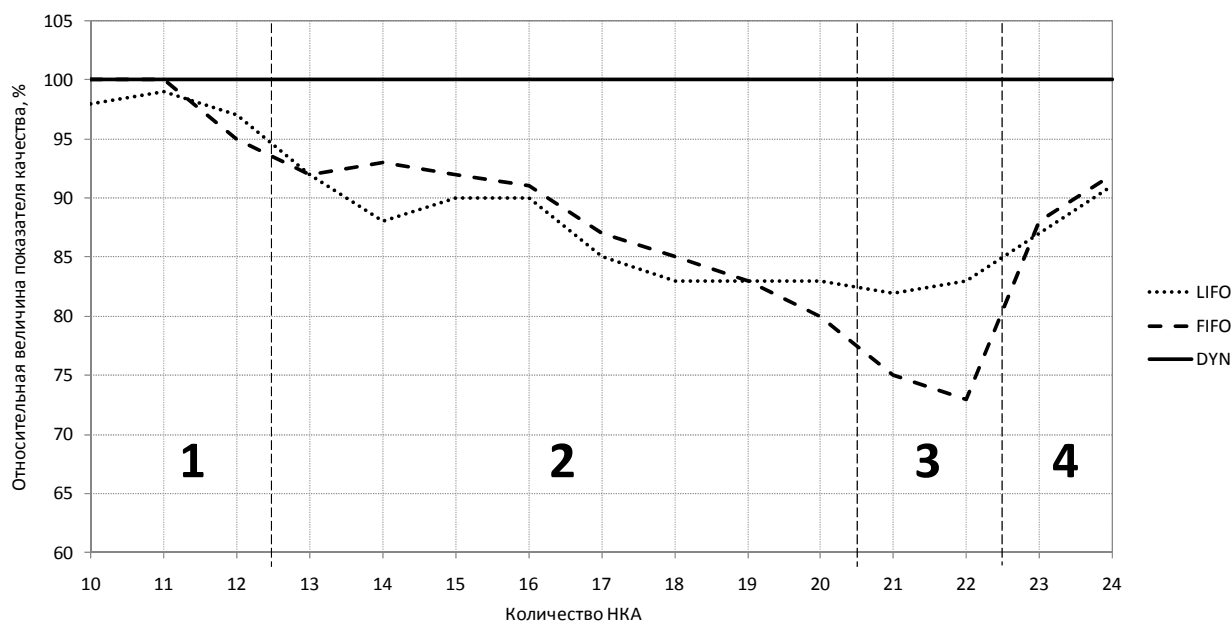


Рис. 3. Типовые варианты исходных данных

Вторая серия экспериментов была направлена на выявление зависимости катастрофоустойчивости полученного решения от исходных данных. Проведённый на основе результатов экспериментов анализ показал, что в большей степени на катастрофоустойчивость решения в указанных выше условиях влияет состав и параметры используемых вычислительных ресурсов. Так, планы, реализуемые на однородных (близких по значению параметров) ресурсах, в среднем на 12% более катастрофоустойчивы, чем планы, реализуемые на разнородных, поэтому в дальнейших экспериментах рассматривались только однородные ресурсы.

Как показал анализ результатов проведённого эксперимента, декомпозиция суммарной производительности ресурсов существенно влияет на катастрофоустойчивость полученных решений.

В частности, выявлен ряд зависимостей: при слабых возмущающих воздействиях (доступно 90% ресурсов) конфигурация ресурсов не оказывает влияния на катастрофоустойчивость полученного решения; по мере нарастания возмущающего воздействия внешней среды выигрыш в катастрофоустойчивости имеют планы, реализуемые на декомпозированных ресурсах. Чем большее количество ресурсов используется, тем более катастрофоустойчивым является решение. При сильных возмущениях внешней среды (доступно не более 10% ресурсов) наоборот, большую катастрофоустойчивость показывают планы, реализуемые на одном производительном ресурсе. Полученный результат объясняется тем, что производительность возмущённых декомпозированных ресурсов ($R^{(n,1)} \cdot \xi^{(B,2)}$ и $R^{(o,1)} \cdot \xi^{(B,1)}$) становится настолько мала, что ни один из них не способен самостоятельно выполнить некоторые операции реализуемой технологии. В данной ситуации уменьшение числа и повышение производительности ресурсов может повысить робастность плана.

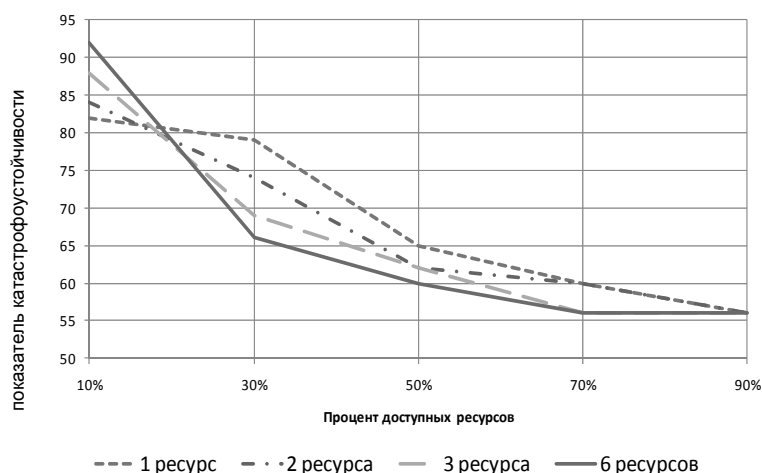


Рис. 4. График зависимости показателя катастрофоустойчивости плана от загруженности ресурсов

Практическая ценность данных исследований состоит в возможности повышения оперативности и качества функционирования корпоративной информационной системы за счёт комплексного оптимального планирования операций и распределения её ресурсов, а не за счёт наращивания аппаратных мощностей. Исследования по рассматриваемой тематике проводились при финансовой поддержке РФФИ (гранты 11-08-01016-а, 11-08-00767-а, 11-07-90411-Укр-а, 09-07-00066-а, 10-07-00311-а, 10-08-90027-Бел-а, 09-08-00259, 10-08-90027, 11-06-00454, 11-08-00641, 11-08-00767), и ОНИТ РАН (проект №2.3).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Потрясаев С.А. Решение задачи комплексного планирования реконфигурации катастрофоустойчивых систем // Известия ВУЗов. Приборостроение. 2006, Т. 49, №11 С. 54–59.
2. Соколов Б.В. Комплексное планирование операций и управление структурами в АСУ активными подвижными объектами. МО, 1992.
3. Беленков В.Г., Будзко В.И., Сеницын И.Н. Катастрофоустойчивость корпоративных информационных систем. Часть 1. М.: ИЛИ РАН, 2002.

Примакина Е.И.

Россия, Кострома, Костромская государственная сельскохозяйственная академия РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ СЛУХОВОЙ СИСТЕМЫ ОПЕРАТОРА ПРИ ВОСПРИЯТИИ АНСАМБЛЯ ГАРМОНИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ С ПОСТОЯННЫМ КОЛИЧЕСТВОМ ВОЛН

Одной из актуальных проблем военной науки является оценка роли оператора, как решающего звена в его взаимодействии с техническими системами. В настоящее время решение этой проблемы осуществляется предъявлением выходных откликов технической системы без учета эволюционных возможностей человека, как основного элемента в системе приема и обработки информации. Эти исследования, как правило, носят узко-специализированный характер, результаты их трудно использовать при изменении постановки задачи.

В данной работе приводятся результаты исследований по оценке слухового анализатора оператора при распознавании сигнала и принятии решения о его классификации, т.е. возможности различать минимальные изменения в параметрах звуковых сигналов – амплитуде, частоте, фазе, длительности, форме спектра и т.п. В качестве тестирующих стимулов на первом этапе рассматривались тональные сигналы, традиционно используемые при диагностике слуха человека, так как чувство гармоничности музыкального интервала является внутренним генетически обусловленным свойством слуховой системы или же приобретается человеком под влиянием «акустической» среды. Вместе с этим параметры этих стимулов инвариантны относительно большого класса преобразований [1-4], используемых при обработке сигналов слуховой системы.

При указанном способе воздействия принималась гипотеза, что слуховой анализатор человека (САЧ) является стационарной системой, т.е. устройством инвариантным количеству волн сигнала, сдвигу входного сигнала во времени, масштабу (частота и длительность сигнала). Наряду с этим, решения задачи классификации сигналов оператором будем связывать с его системой «интеллектуальной деятельности», под которой будем понимать относительно устойчивую структуру способностей, в основе которых лежат процессы, обеспечивающие переработку разнокачественной информации о симметрии сигналов и осознанную оценку ее свойств. Так в теории музыки положена симметрия линейной группы преобразований. В соответствии с этим подходом в качестве акустических сигналов целесообразно использовать стандартные формы сигналов с известными симметричными музыкальными частотами.

Так на первом этапе эксперимента в качестве стимулирующих сигналов выбрали тональный ряд первой октавы, где частоты изменяются от 262 Гц до 523 Гц, на втором – вторую октаву с частотами от 523 до 1040 Гц, на третьем – третью октаву с частотами от 1040 до 2080 Гц.

Математической моделью периодического сигнала $S(t)$ может служить ряд Фурье:

$$S(t) = \sum_{n=-\infty}^{\infty} S_n e^{i2\pi nt/T} \quad (1)$$

где $S_n = \frac{1}{T} \int_0^T S(t) e^{-i2\pi nt/T} dt$; T – период звукоряда; S_n – коэффициенты Фурье.

Известно также, что коэффициенты звукоряда, как правило, образуют геометрическую прогрессию [4], знаменатель которой обозначим через q , тогда текущие частоты составят $f_n = q^n \cdot f_0 = 2 \cdot f_0$, где n – число ступенек между частотой f_0 и $2f_0$ крайних нот октавы. Таким образом, для интервала характерно отношение частот звуков, образующих интервал, и в интервале октавы это отношение равно 2. В дальнейшей оценке соотношений частот звукоряда, для удобства вычислений, переходят к двоичным логарифмам $\lg_2 f_0, \lg_2 f_1, \dots$, а геометрическая прогрессия $f_0, f_1, \dots, f_n$ перейдет в арифметическую прогрессию $\lg_2 f_0, \lg_2 f_1, \dots, \lg_2 f_n$ с разностью $\lg_2 \sqrt[n]{2} = 1/n$. В связи с этим, а так же учитывая наличие двенадцати полутонов в октаве, соотношение соседних частот, большей к меньшей, постоянно и равно $\sqrt[n]{2}$. Одновременно с этим конечно число гармоник S_n . Для выполнения изложенных условий необходимо ряд (1) представить соотношением:

$$S_1(t) = \sum_{n=-N}^N S_n e^{i2\pi f_n(t)} \quad (2)$$

Назовем f_0 – центральной частотой звукоряда; $f_0 \cdot q^{-n}$ нижней частотой звукоряда; $f_0 \cdot q^n$ – верхней частотой звукоряда.

Дополнительно предложена гипотеза, что для звукоряда (2) эффективность восприятия гармоник инвариантна в широких пределах относительно частоты f_0 . Для подтверждения выдвинутых гипотез был проведен эксперимент.

Цель данной работы – оценка разрешающей способности САЧ при восприятии гармонических сигналов, отличающихся между собой частотами по закону $f_0 \cdot q^n$. Более точно, каждая гармоника представляла собой отрезок тона, с фиксированной частотой с постоянным количеством волн – 512. Выбор такой последовательности элементов звукоряда объясняется тем, что гармонический звукоряд обладает двойной симметрией относительно преобразования сдвига и изменения масштаба [2]. Этим можно объяснить выбор музыкантами указанной последовательности, обладающей наибольшей гармоничностью при субъективном восприятии их слуховой системой [3].

При решении поставленной задачи была принята следующая методика проведения эксперимента.

На первом этапе эксперимента при центральной частоте сигнала $f_0 = 264$ Гц задавали соотношение частот $2^{1/12}$ (полутоном) и рассматривали движение от этой частоты влево и вправо на шесть шагов, т.е. принимался диапазон от 2^0 до $2^{-6/12}$ (влево) и от 2^0 до $2^{6/12}$ (вправо). При движении влево частота сигнала уменьшалась от 262 Гц до 185 Гц, при движении вправо – возрастала до 370,5 Гц.

В последующих сериях экспериментов изменяли только начальную частоту, оставляя без изменений соотношение частот. Так при $f_0 = 520$ Гц, при движении влево частота сигнала уменьшалась от 520 Гц до 368 Гц, при движении вправо возрастала до 735,4 Гц. При $f_0 = 1040$ Гц при движении влево частота сигнала уменьшалась от 1040 Гц до 735 Гц, при движении вправо – возрастала до 1471 Гц.

Перед испытуемыми ставилась задача проводить классификацию тональных сигналов для 10 альтернатив.

В данном исследовании в качестве критерия по восприятию звуковых сигналов использовалась мера Кульбака, оценивающая близость той или иной гипотезы [1].

$$D = \sum_{j=0}^{N_c-1} \sum_{i=0}^{N_r-1} \left[\left(Mat0_{i,j} - P1_i \cdot P2_j \right) \cdot \frac{\ln \left(\frac{Mat0_{i,j}}{P1_i \cdot P2_j} \right)}{\ln(2)} \right],$$

где $Mat0_{i,j}$ – матрица ответов и фактически предъявляемых сигналов;

N_c, N_r – количество соответственно столбцов и рядов в матрице;

$P1, P2$ – вероятность событий входных сигналов и выходных.

Для проведения экспериментов был разработан комплекс программ применительно к ЭВМ общего назначения. В качестве математической среды использовалась интегрированная среда MathCad, а так же был создан класс библиотек, установленных в среду и позволивших получить отклик среды на звуковые реакции индивидуума.

Разработанные программы тестирования, реализующие процедуру оценки разрешающей способности слуховой системы человека, включали:

- формирователь тональных сигналов, где задаются характеристики сигнала, их количество и продолжительность;
- оценку эффективности восприятия слухового анализатора человека, где испытуемый регистрировался, проходил тест, программа формировала вектор ответов;
- обработку результатов эксперимента по формированию процедуры измерения ответных реакций испытуемых, где реализован алгоритм оценки меры Кульбака и предусмотрена консервация индивидуальных показателей испытуемых.

Путем статистической обработки можно сравнивать степень близости генерируемого сигнала на входе с ответным сигналом тестируемого. Кроме того, в компьютере была реализована функция экспериментатора по остановке эксперимента (при завершении времени эксперимента).

При проведении тестирования испытуемый идентифицировал слуховым анализатором сигнал по предоставляемой шкале, состоящей из девяти клавиш и с помощью манипулятора подтверждал свой выбор, далее программа предоставляла правильный ответ, т.е. своеобразную подсказку на дальнейшее более точное распознавание стимулов. В качестве манипулятора используется компьютерная мышь.

В эксперименте принимали участие 120 молодых людей, студентов технических специальностей вузов, обучающихся на старших курсах.

За время проведения эксперимента все тестируемые находились в равных условиях, время предъявления стимульного материала было ограничено, способ ответа испытуемого – через клавиатуру компьютера. Каждый испытуемый тестировался в независимом режиме, т.е. отдельно выполнял свое задание. Реализовался наиболее технологический вариант проведения эксперимента, где роль экспериментатора сводилась к функции консультирования по работе с тестирующими программами до эксперимента. В процессе эксперимента участие экспериментатора исключалось.

Во время эксперимента использовались головные телефоны, прошедшие метрологическую аттестацию и имеющие частотные характеристики с изменением не более 10 дБ с рабочим диапазоном от 50 Гц до 4 КГц.

Перед тестированием проводился инструктаж испытуемых по работе с программным продуктом. В течение последующих 10 минут проводились пробные тесты решения задач классификации сигналов, далее, непосредственно, процедура тестирования. Индивидуальные данные обрабатывались и консервировались в виде числовых и графических представлений.

По результатам экспериментов строились графики распределения критерия Кульбака в группе, на курсе. Анализ экспериментальных данных выявил необходимость их фильтрации, заключающейся

в устранении одной из составляющих зависимости $y(x_i)$. В связи с этим была использована встроенная функция программы Mathcad, реализующая определенный алгоритм сглаживания данных

– $ksmooth(x, y, b)$ – сглаживание на основе функции Гаусса,

где x – вектор действительных данных аргумента;

y – вектор действительных значений того же размера, что и x ;

b – ширина окна сглаживания

Сравнительный анализ экспериментальных данных показывает, что логарифмическая шкала является естественной при восприятии испытуемыми гармонических элементов звукоряда.

Осредненные предварительные результаты выходных количественных характеристик тестируемых, измеренных мерой Кульбака, определяющих качество восприятия звуковых сигналов, при различных начальных частотах не изменяются в пределах доверительных интервалов с его

надежностью $\alpha = 0,9$, что позволяет сделать вывод об инвариантности воспринимающих свойств слуховой системой человека. Иными словами, слуховая система адаптируется к восприятию изменений масштаба звукоряда.

Таким образом, результаты работы подтверждают, что слуховой анализатор человека инвариантен N_s , что для САЧ очень важно. По мнению автора, полученные результаты станут основой для технических решений по совершенствованию автоматизированных средств обучения и тестирования, что позволит повысить эффективность формирования профессионально значимых навыков курсантов-операторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сапрыкин В.А., Никитин Ю.К. Принцип инвариантности слухового анализатора человека относительно изменения масштаба при различении тонально импульсных сигналов // Доклады Академии наук СССР. 1976. Т. 229. №1, С. 597–600.
2. Ковтуненко С.В., Дмитриева Е.С., Сапрыкин В.А. Инвариантность воспринимающих свойств слухового анализатора дельфина при дифференцировке тонально-импульсных сигналов // Доклады Академии Наук СССР. 1975. Т. 221. №4. С. 818–817.
3. Лямов К.Г., Сапрыкин А.В. Некоторые общие принципы инвариантной обработки сигналов // X Санкт-Петербургская международная конференция «Региональная информатика – 2006 (РИ-2006)»: тез. докл. СПб. : СПОИСУ, 2006. С. 41–42.
4. Шилов Г.Е. Простая гамма (устройство музыкальной шкалы). М.: Физматгиз, 1963. 20с.

Тимашков А.В.

Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Необходимость оценки технического состояния

При эксплуатации различных технических комплексов возникает необходимость контроля их технического состояния. Для этого создаются системы сбора и анализа параметров функционирования указанных технических комплексов.

Такую систему можно разделить на ряд взаимодействующих модулей, таких как модуль сбора данных, модуль хранения и упорядочивания данных, модуль анализа данных и модуль представления информации. Модули сбора и хранения особого интереса не представляют ввиду того, что состоят, как правило, из одного и того же набора элементов для каждой предметной области.

К разработке же модуля анализа данных существует два подхода. В первом разработчики имеют обширные знания в предметной области и создают модуль анализа на основе этих знаний так, чтобы информация о состоянии агрегировалась в соответствие с функциональными задачами комплекса. Во втором — анализ данных минимален и информация агрегируется по некоторым опорным сущностям.

Удобнее всего эти подходы представить на системах сбора и анализа данных о техническом состоянии компьютерной сети.

Элементная оценка, агрегация по функции максимум

Наиболее распространенные среди открытых систем сбора и анализа данных о техническом состоянии компьютерных сетей относятся к системам, при разработке которых учитываются наиболее общие знания о возможных функциях технического комплекса. Разработчики, если судить по полученным решениям, ставят перед собой задачу сбора данных, хранения и накопления статистики и отображения в некотором информативном виде событий, произошедших в наблюдаемой сети.

Таким образом, наиболее критическими событиями являются события отказа тех или иных элементов, даже если в реальности эти отказы никакого воздействия на функциональность комплекса не оказывают и в их немедленном исправлении нет необходимости.

Для примера разберем принцип построения и работы указанных систем на схеме некоторой сети, представленной на рисунке 1.

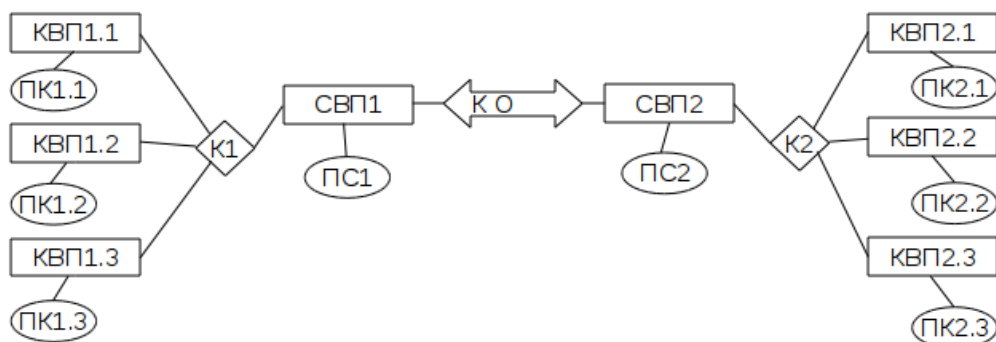


Рисунок 1: Схема сети

Изображенный отрезок сети обладает двумя группами устройств. В каждой группе по три клиентских компьютера (КВП Х.Х, где КВП — клиентская вычислительная платформа) и по одному серверному компьютеру (СВП Х, где СВП — серверная вычислительная платформа), а так же по одному коммутатору, через который устройства группы соединены. Кроме того на схеме присутствует некоторая группа устройств свернутая до одного обозначения «КО» - каналообразующее оборудование, призванное соединить в одну сеть обе группы устройств. Кроме того, на каждом клиентском компьютере имеется по почтовому клиенту(ПК), и на каждом серверном компьютере по почтовому серверу(ПС).

Так как выбран подход к построению системы сбора и анализа данных о компьютерной сети при котором ее функциональное назначение не берется в расчет, то разработчики агрегируют информацию вокруг одной опорной сущности, в качестве которой выбирается «устройство». В данном случае сущность «устройство» — это обобщающая абстракция, воплощающая собой все возможные устройства в сети.

На нашем примере в каждой группе присутствуют по 5 устройств — 4 вычислительных платформы и один коммутатор. Проектирование системы строится вокруг этой опорной абстракции таким образом, что любое поступившее событие в качестве одного из основных идентификаторов имеет ссылку на устройство, на котором оно произошло. Дальнейшая агрегация событий строится по функции максимум, то есть маркировка устройства на пользовательском интерфейсе системы сбора и анализа данных о техническом состоянии комплекса выбирается исходя из наиболее критического события.

В задачи разработчиков в большей мере входит гарантия сбора и хранения данных, то есть при проектировании системы больший упор делается на изучение способов получения данных в различных условиях.

Например на серверной вычислительной платформе 1 данные собираются о состоянии сетевых интерфейсов, о занятости процессора, о загрузке оперативной памяти, о рабочем состоянии некоторых процессов, среди которых почтовый сервер. Почтовый сервер — это один из вариантов программных компонент, наблюдение за которыми реализуется общими способами, например, получение данных от SNMP — агента, расположенного на платформе, о состоянии процесса. При этом, в наблюдении не учитываются особенности этого приложения, оно считается некоторым «черным ящиком», и все, что можно о нем узнать — факт его наличия в списке запущенных процессов.

В выбранном подходе к построению системы каждый из указанных компонентов — компонент абстракции «устройство» и, как следствие события, происходящие на этих компонентах напрямую изменяют состояние устройства в целом. Но более детального деления, чем деление на компоненты устройства разработчики не выполняют.

В задачи администратора входит оценка состояния комплекса по той информации, которую предоставляет ему система, и принятие решения по устранению неисправностей. Если вдруг на одном клиентской вычислительной платформе выключится тот или иной процесс, который наблюдается системой, то будет сформировано событие и устройство будет маркировано определенным индикатором. Администратор обращает внимание на этот факт, и изучает событие. Если система сбора и анализа данных о техническом состоянии комплекса наблюдает сразу за несколькими десятком процессов, то администратор вынужден изучить все события, произошедшие по факту остановки процессов. Не сложно в некотором наборе однотипных событий «потерять» важное событие, в нашем примере — остановку клиентского почтового процесса.

Администратор на интерфейсе системы наблюдает не за одной вычислительной платформой, а сразу за несколькими, и как следствие более критические события одних платформ будут отвлекать внимание оператора от менее критических, но более важных событий с точки зрения функциональности комплекса на другой вычислительной платформе.

Комплексная оценка, функциональное назначение

Альтернативным описанному «фрагментарному» подходу является комплексный. При применении комплексного подхода к проектированию систем сбора и анализа данных о техническом состоянии компьютерных сетей, целью разработчиков является необходимость привлечения внимания оператора к событиям, происходящим в технических средствах, ранжируя их по степени влияния на функциональную готовность комплекса.

В этом подходе система разбивает модель на более мелкие звенья, выделяя сразу несколько опорных абстракций, создавая систему взаимосвязей между ними, в том числе и по состоянию.

В целях построения функционально зависимой системы сбора и анализа информации о состоянии технического комплекса разработчики вынуждены более детально прорабатывать предметную область, выделяя в ней функциональные группы или слои (рисунок 2).

Здесь те же сущности, что и в предыдущем примере представлены в несколько ином виде. Во-первых, вычислительные платформы собраны на одном слое. С функциональной точки зрения эта группа должна обеспечивать возможность включения каких-либо программных изделий и сетевую связность. Программные изделия, касающиеся электронной почты собраны на другом слое. Более

того, между двумя почтовыми серверами появляется связь, назовем ее почтовым маршрутом. Эта связь является одной из особенностей, которая отличает конкретно этот тип приложений от других и влияет на его функционирование.

Теперь, разработчики должны создавать такие правила анализа данных и агрегации информации, чтобы администратор мог понять, на каком из двух слоев появилась неисправность. Как следствие появляется уже несколько опорных абстракций, и информация агрегируется в виде маркеров на интерфейсе, расположенных в привязке к этим абстракциям. В этом случае отказ одного из почтовых серверов приведет к маркировке почтового сервиса, но никак не к маркировке серверной вычислительной платформы.

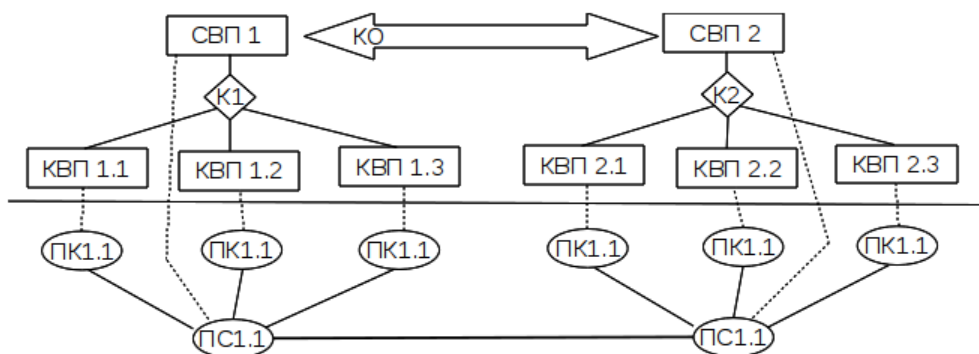


Рисунок 2: Послойное представление сети

Появление индивидуальности в технических средствах или программных элементах ведет к появлению специализированных средств опроса, или созданию средств, предоставляющих специализированные данные по стандартным протоколам. Как правило, таковыми средствами являются расширения для известных агентов, например расширение для SNMP-демона. Они собирают данные внутри технического средства, обрабатывают их и возвращают при опросе системе сбора и анализа информации о состоянии комплекса в некотором понятном ей (ожидаемом) виде.

Такой подход к проектированию позволяет появиться системам, четко разделяющим и анализирующим полученные данные исходя из целевых функциональных задач наблюдаемого комплекса. Оба подхода к созданию систем сбора и анализа информации о состоянии технического комплекса имеют право на жизнь, так как обладают некоторыми преимуществами друг относительно друга.

Фрагментарный подход позволяет готовому изделию разворачиваться поверх практически любого комплекса, если программные и аппаратные средства способны отдавать информацию о себе в некотором общепринятом виде. К такому виду может относиться поддержка уже упоминавшегося протокола SNMP. Или присутствуют агентские средства, способные обрабатывать команды, передаваемые с использованием протоколов XML-RPC, SSH или Telnet, и возвращающие результат их выполнения. Таким образом, фрагментарный подход обладает в значительной степени гибкостью, необходимой для позиционирования готового изделия как способного наблюдать за любой конфигурацией комплекса, если он принадлежит некоторой предметной области.

Этот подход не учитывает функциональное назначение комплекса и позволяет оценить состояние каждого компонента в отдельности, но не предлагает агрегированных оценок состояния комплекса в целом. Изделие, созданное с помощью такого подхода требует от администратора (своего основного пользователя) достаточно серьезных знаний в предметной области, чтобы суметь самостоятельно проанализировать получаемую информацию и определить свои дальнейшие действия.

Комплексный подход позволяет сразу определить зависимости между элементами комплекса и использовать все имеющиеся в нем средства сбора данных ввиду изначального знания о предметной области. Преимуществом этого подхода так же является понимание администратором своих дальнейших действий, так как система индикации дает четкое представление о состоянии не только элементов комплекса, но и всего комплекса в целом. Она дает понять пользователю, какие неисправности необходимо устранять в первую очередь, а какие во вторую, так как разработчики заранее проанализировали влияние неисправностей на выполнение основных функциональных задач комплекса.

К сожалению, этот подход позволяет создавать системы с малой степенью конфигурируемости, то есть конечное изделие устанавливается на один комплекс аппаратно-программных средств с некоторой невысокой способностью к изменению своего состава.

Разность подходов к построению затрагивает в основном систему анализа, такие элементы системы, модуль сбора данных, модуль хранения и модуль отображения как правило строятся по одинаковым принципам.

При постановке задачи в виде необходимости создания системы сбора и анализа данных о техническом состоянии подобных по составу технических комплексов, но имеющих разные функциональное назначение удобнее выбрать в качестве исходного подхода фрагментарный. Он

позволяет на ранних этапах иметь возможность получить контроль за состоянием отдельных элементов технических комплексов. После чего постепенно внедрять в полученный продукт элементы комплексного подхода в виде связей между элементами, позволяющей в конечном итоге получить комплексную оценку состояния.

Если такое внедрение выполнить в виде отдельного архитектурного слоя, то основная часть полученной системы будет в неизменном виде переноситься между комплексами, а система правил и взаимосвязей — конфигурироваться для каждого случая в отдельности.

Федорченко Л.Н.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПРИВЕДЕНИЕ ТРАНСЛЯЦИОННОЙ ГРАММАТИКИ, ИСКЛЮЧЕНИЕ ПУСТЫХ
ПОРОЖДЕНИЙ В ПРАВИЛАХ**

Введение

При построении синтаксического анализатора как составной части транслятора необходимо проводить эквивалентные преобразования грамматики реализуемого языка [1–3]. Сейчас языковые технологии активно включаются в различные сферы нашей жизни, что привело к развитию современных транслирующих систем, ориентированных на разнообразный ассортимент вычислительных устройств. При этом наиболее остро проявилась проблема быстрой настройки (преобразования) синтаксического определения языка в ту форму, которая допускает автоматическую или ручную реализацию, а также проблема учёта ограничений выбранного метода синтаксического анализа. Первая проблема обусловлена разнообразием спецификаций реализуемых языков (от БНФ и языка разметки HTML до двухуровневых и других видов грамматик), вторая — ведёт либо к языковой неоднозначности, либо к недетерминированности распознающего автомата. Решение этих проблем связано с корректным отображением транслируемого языка во внутреннее машинное представление. Следует эффективно использовать информацию о языке, определяя его синтаксис и статическую семантику специальной контекстно-свободной грамматикой (трансляционной), которая помимо основной своей функции порождения цепочек языка позволяет задавать трансляции, необходимые разработчикам.

Во многих существующих системах построения трансляторов применяется полуавтоматическая коррекция грамматики реализуемого языка с целью приведения её к более простому для автоматической обработки классу грамматик, позволяющему автоматический грамматический разбор. В этом случае удаётся перевести реализуемый язык из одного класса языков в другой 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) [2], которая позволяет регуляризовать произвольную трансляционную грамматику. [3]

Под регуляризацией контекстно-свободной грамматики (КС-грамматики) понимается процесс её последовательного эквивалентного преобразования таким образом, что в результате получают КСР-грамматику (КС-грамматику в регулярной форме), правила которой представляют собой обобщённые регулярные выражения относительно символов всех алфавитов исходной грамматики. В этом случае соответствующий языковой процессор подобен множеству связанных конечных автоматов, каждый из которых распознаёт свой фрагмент входной цепочки языка, порождаемого полученной трансляционной грамматикой.

Процесс регуляризации трансляционной грамматики начинается с её приведения. Файл с правилами (содержащими терминалы, нетерминалы, семантики и другие вспомогательные символы грамматики) обрабатывается редактором в SynGT, который выполняет сначала анализ на корректность отдельных обобщённых регулярных выражений, а затем получение приведённой (well-formed) трансляционной грамматики. Это предполагает выявление пустых порождений нетерминальных конструкций, непродуктивных и цепных нетерминалов и вспомогательных символов грамматики.

1. Этапы обработки исходного текста грамматики в процессе её приведения

Предварительная обработка исходной грамматики использует те же технологические приёмы, которые применяются в данной технологии для реализации языка программирования. [2]. Каждая КСР-грамматика рассматривается как текстовое слово в некотором метаязыке, который также можно описать с помощью некоторой мета-грамматики. Как оказалось, этот метаязык регулярен, а значит может быть проанализирован конечным автоматом. На этом свойстве КСР-грамматик основано построение верификатора грамматики в системе SynGT. Таким образом, верификация входной грамматики осуществляется конечным автоматом, синтез которого выполняется по той же методике, что и синтез магазинного процессора для исходной грамматики.

Ниже на рисунках 1–3 будет продемонстрирована схема преобразования этой мета-грамматики.

Этап предварительной подготовки входной грамматики анализируемого языка включает две операции:

1. Синтаксический контроль правильности записи грамматики – это верификация грамматики;
2. Преобразование КСР-грамматики с целью её *приведения*.

В результате выполнения этого этапа получаем следующее:

- корректную запись регулярных выражений: правильная скобочная структура, контроль всех операций в регулярных выражениях на бинарность (явное присутствие пустого операнда) и наличие конечного символа (конца правила);
- все входящие нетерминалы имеют определяющее их правило;
- правила, не порождающие предложения входного языка, удаляются (т.е. исключаются непродуктивные нетерминальные символы).

Таким образом, из исходной грамматики получаем приведенную КСР-грамматику.

Для построения конечно-автоматного верификатора исходная грамматика преобразуется в некоторую грамматику с учётом определённых соглашений.

1.2. Основные соглашения

Считается, что для каждого нетерминала имеется единственное определяющее его правило. В противном случае, два правила, определяющих данный нетерминал, можно заменить эквивалентным выражением, применив операцию объединения к регулярным выражениям в правых частях обоих правил. Начальным символом грамматики считается нетерминал в левой части первого правила.

Произведём переобозначения и вводим бинарную операцию обобщённой итерации, а именно:

- операцию объединения – точкой с запятой,
- операцию произведения или конкатенации – запятой,
- операцию обобщённой итерации – решёткой (знак #),
- терминальные символы – строчными буквами,
- нетерминалы – прописными буквами,
- перед семантиками ставим специальный знак (\$),
- используются как круглые, так и квадратные скобки,
- квадратные скобки обозначают возможное объединение с пустым словом.

Получаем текстовое представление КСР-грамматик с обобщёнными регулярными выражениями.

Неформально грамматика задается с учетом следующих соглашений.

– Словами КСР-грамматики будем называть терминалы, нетерминалы и семантики, присутствующие в регулярных выражениях правил в качестве операндов.

– Слова в грамматике представляются любой последовательностью букв, цифр, надчеркиваний и подчеркиваний.

– Терминалы – слова, заключенные в кавычки (' ').

– Семантики – слова с предшествующим символом \$ и последующей литерой, подчеркиванием или надчеркиванием.

– Длина слова ограничена 20 символами, включая кавычки и символ \$. Допустимы комментарии, начинающиеся символами "//". Верхний и нижний регистры клавиатуры неразличимы.

– Разделителями слов являются операции регулярных выражений (";", ":", "#", "!") и круглые или квадратные скобки, определяющие порядок выполнения заданных операций.

– Внутри слова возможны пробелы.

– Все операции должны быть явно бинарными, т.е. запрещен пропуск пустого операнда ("@") при любых бинарных операциях там, где он подразумевается.

– Признаком конца грамматики является слово "EOGram!".

Последовательное преобразование КСР-грамматики в форме Бэкуса-Наура в форму КСР-грамматики с регулярными выражениями в правых частях правил показано на рисунках 1–3.

```
G:
<КСР-грамматика>::=<КСР-правило>'EOGram!' |
<КСР-правило><КСР-грамматика>.
<КСР-правило>::=<нетерминал>':'<регулярное выражение>.
<регулярное выражение>::= <произведение>|
регулярное выражение ';' <произведение>.
<произведение>::=<итерация>|<произведение>',' <итерация>.
<итерация>::=<терм>|<итерация>'#'<терм>.
<терм>::=<терминал>|<нетерминал>|<нетерминал>|<семантика>|@|
'('<регулярное выражение>')'|'['<регулярное выражение>']'.
<терминал>::='t'|'t'|...|'t'.
<нетерминал>::='n'|'n'|...|'n'.
<семантика>::='s'|'s'|...|'s'.
```

Рис.1. Представление произвольной КСР-грамматики в БНФ

Используя следующие сокращения: G – КСР-грамматика, R – КСР-правило, A – регулярное выражение, P –произведение, $\#$ –итерация, T –терм, t –терминал, n –нетерминал, s –семантика, получим спецификацию произвольной КСР-грамматики в виде КСР-грамматики G' с обобщёнными регулярными выражениями в правых частях правил (см. рисунок 2):

```
G' :
G: R#@, '., 'EOGram!'.
R: n, ':', A, '.'.
A: P#';'.
P: I#', '.
I: T#'#'.
T: t; n; !n; s; @; '(', A, ')'; '[' A, ']'.
```

Рис.2. Представление произвольной КСР-грамматики в виде КСР-грамматики

В грамматике G' терминальный алфавит– $\{ '., 'EOGram! ' \} + \{ t \} + \{ n \} + \{ s \}$, нетерминальный алфавит– $\{ G, R, A, P, I, T \}$.

После применения эквивалентного преобразования (подстановки вместо нетерминальных символов их порождений), получим эквивалентную грамматику G'' (см. рисунок 3).

```
G''
G: (n, ':', A, '.)#@, 'EOGram!'.
A: (t; n; !n; s; @; '(', A, ')'; '[' A, ']' )#'#'#', '#';'.
```

Рис.3. Исходная грамматика G после применения эквивалентных преобразований

В процессе преобразования к обратной польской записи выполняется ряд проверок.

1.3. Проверки на стадии кодирования

В процессе преобразования к обратной польской записи исходный текст грамматики подвергается следующим проверкам:

1. Проверка и удаление непродуктивных нетерминалов и правил.
2. Проверка на присутствие нетерминалов, порождающих пустые цепочки.
3. Проверка и устранение цепных правил.

1.4. Удаление бесполезных нетерминалов и правил

Назовем нетерминал A *бесполезным*, если он не встречается ни в одном выводе цепочки терминалов из начального символа грамматики. Очевидно, что бесполезные символы и все содержащие их правила могут быть удалены из грамматики. Например, в грамматике

```
S: a ; A.
A: A, b.
B: b.
```

из нетерминала A нельзя вывести ни одной терминальной цепочки, а нетерминал B не может быть выведен из начального символа S .

Множество нетерминалов, из которых выводятся терминальные цепочки, легко вычислить:

```
K:= { A | существует правило A:терминалы };
K1:= пусто;
цикл пока K ≠ K1 выполнять
    K1:= K
    K := K ∪ { A | существует правило A:(нетерминалы из K1 и терминалы) }
конец цикла
```

Рис. 4. Схема алгоритма удаления непродуктивных нетерминалов

Следствие. Проблема пустоты контекстно-свободного языка разрешима. Язык пуст, тогда и только тогда, когда начальный нетерминал S не принадлежит множеству K .

После удаления из грамматики нетерминалов, не принадлежащих K , несложно найти множество L *небесполезных* символов:

```
L := { S }; L1:= пусто;
цикл пока L ≠ L1 выполнять
    L1 := L
    L := L ∪ { B | существует правило A:...B..., и A из L1 }
конец цикла
```

Рис.5. Схема алгоритма выделения продуктивных нетерминалов

Утверждение. После удаления дополнения L из множества правил грамматики, грамматика не будет содержать бесполезных нетерминалов.

1.5. Устранение пустых порождений

Правило вида $A : \varepsilon$ будем называть ε -правилом. Если язык не содержит пустой цепочки, то из грамматики можно удалить все ε -правила, в противном случае можно ввести новый начальный символ S^1 . Тогда правило для начального символа грамматики будет иметь вид:

$$S^1 : S ; \varepsilon.$$

Затем все ε -правила из списка правил удалить. Описание алгоритма дано в монографии [1].

Следствие. КС-язык, не содержащий пустой цепочки, может быть описан неукорачивающей грамматикой.

1.6. Устранение циклов и цепных правил

Обозначим символом $\Rightarrow^*$ выводимость одной цепочки из другой с помощью непустой последовательности правил.

Назовем циклом вывод вида $A \Rightarrow^* A$. Для устранения циклов можно удалить из грамматики все цепные правила вида $A : B$. Для каждого нецепного правила для нетерминала A добавим в грамматику правила для нетерминала B для всех таких B , из которых с помощью цепных правил выводятся нетерминалы A . После этого удаление цепных правил не изменит языка.

Грамматику без циклов, ε -правил и непродуктивных символов называют приведенной [1,2].

1.7. Конфликты типа “свертка/свертка” в системе SynGT

В разделах 1.2.–1.4. описаны классические алгоритмы приведения для контекстно-свободных грамматик [1]. В случае трансляционной грамматики, в которой правая часть правил представляет собой обобщенное регулярное выражение (с бинарными операциями итерации) пустые порождения могут приводить к возникновению конфликтов при построении таблиц распознающего магазинного автомата. Конфликты бывают типа “перенос/свертка” или типа “свертка/свертка”.

Конфликт “перенос/свертка” возникает, когда два или более правил применимы к одной и той же последовательности входного текста.

С конфликтами типа “свертка/свертка” дела обстоят хуже, чем с конфликтами “перенос/свертка”. Если в корректной грамматике для SynGT вполне допустимо наличие нескольких правильно разрешенных конфликтов “перенос/свертка”, то наличие конфликтов “свертка/свертка”, скорее всего, свидетельствует об ошибке или о наличии неоднозначной грамматики. Все такие конфликты необходимо исключать с помощью эквивалентных преобразований исходной грамматики.

На рисунке 1 показан пример, часто встречающийся на практике, который иллюстрирует возникновение описываемого конфликта:

```
sequence: /* пусто */
          ; sequence words
          ; sequence redirects
          .
words:    /* пусто */
          ; words word
          .
redirects:/* пусто */
          ; redirects redirect
          .
```

Рис. 6. Пример грамматики с конфликтом “свертка/свертка”

Представленная грамматика неоднозначна. В ней существует много различных способов вывода пустого символа. Это важно, поскольку от того, по какому правилу будет выведена пустая цепочка, зависит, какие из действий пользователя-разработчика будут выполняться при свертке. Исправить ситуацию можно, смешав в одном правиле члены последовательностей, как показано на рисунке 2:

```
sequence: /* пусто */
          ; sequence word
          ; sequence redirect
```

Рис. 7. Пример преобразования для выведения пустой цепочки

Либо можно сделать списки `words` и `redirects` непустыми, т.е. состоящими хотя бы из одного `word` и `redirect` соответственно, как показано на рисунке 3:

```
sequence: /* пусто */
          ; sequence words
          ; sequence redirects
          .

words:    word
          ; words word
          .

redirects: redirect
          ; redirects redirect
          .
```

Рис. 8. Пример преобразования для удаления пустого порождения

Ранее уже упоминалось, что SynGT не способен строить анализаторы для всего класса LR(1)-грамматик, а только лишь для LALR(1)-грамматик.

К примеру, на рисунке 4. показана грамматика, которая провоцирует конфликт “свертка/свертка”, т.к. она не является LALR(1)-грамматикой, допускаемой для анализа SynGT.

```
%token ID
%%
def: param_spec return_spec ','
    .
param_spec:
    type
    ; name_list ':' type
    .
return_spec:
    type
    ; name ':' type
    .
type:      ID
    .
name:      ID
    .
name_list:
    name
    ; name ',' name_list
    .
```

Рис. 9. Пример фрагмента грамматики, с конфликтом “свертка/свертка”

На рисунке 5, представлена приведённая грамматика, а далее на рисунке 6 показан вывод SynGT при разборе этой грамматики с описанием состояний анализатора (рисунок 6). Отметим, что в состоянии 1 происходит конфликт.

```
Grammar
rule 1  def -> param_spec return_spec ','
rule 2  param_spec -> type
rule 3  param_spec -> name_list ':' type
rule 4  return_spec -> type
rule 5  return_spec -> name ':' type
rule 6  type -> ID
rule 7  name -> ID
rule 8  name_list -> name
rule 9  name_list -> name ',' name_list
```

Рис. 10. Список правил, применяемых при выводе в SynGT

Предполагается, что эта грамматика может быть разобрана с предпросмотром только на одну лексему. Если прочитано `param_spec`, то `ID` является `name` в том случае, если далее следует запятая или двоеточие, и `type`, если далее следует `ID`, т.е. эта грамматика является LR(1)-грамматикой.

Если прочитано `param_spec`, то `ID` является `name` в том случае, если далее следует запятая или двоеточие, и `type`, если далее следует `ID`., т.е. эта грамматика является LR(1)-грамматикой. Но и этого не достаточно для корректного анализа данного языка с помощью SynGT. Если анализатор получает лексему `ID`, находясь в начальном состоянии 0, то производится сдвиг и переход в состояние 1. Видно, что невозможно сделать выбор, основываясь только на правилах (6 или 7) и на предпросмотренной лексеме `:`

```

State 1 contains 1 reduce/reduce conflict

state 0
  ID      shift, and go to state 1

  def      go to state 18
  param_spec go to state 2
  type      go to state 3
  name      go to state 4
  name_list go to state 5

state 1
  type -> ID . (rule 6)
  name -> ID . (rule 7)
  ','   reduce using rule 6 (type)
  ','   [reduce using rule 7 (name)]
  ':'   reduce using rule 7 (name)
  $default reduce using rule 6 (type)
type
;
return_spec:
    type
    ; name ':' type
.
type:
    ID
.
name:
    ID
.
name_list:
    name
    ; name ',' name_list
.

```

Рис. 11. Описание состояний с конфликтом в состоянии 1

Конфликт в данном состоянии происходит из-за неспособности SynGT определить в контексте разбора свертку какого из двух одинаковых правил следует применить после `ID` в начале разбора `param_spec` и в начале разбора `return_spec`. В этом случае SynGT не может определить, что в разных контекстах правилам потребуются разные предпросмотренные лексемы, и поэтому он создаёт единственное состояние для них обоих.

```

%token BOGUS
...
%%
...
return_spec:
    type
    ; name ':' type
    /* Это правило никогда не используется.*/
    ; ID BOGUS
.

```

Рис. 12. Первый способ эквивалентного преобразования в SynGT

Объединение этих двух контекстов позднее вызовет конфликт. Это означает, что грамматика не является LALR(1). Исправить ситуацию можно несколькими способами. Во-первых, можно заставить SynGT разделить два конфликтующих состояния, изменив одно из них так, чтобы это не отразилось на языке, порождаемом грамматикой. Например, ввести вспомогательную (новую) лексему в одно из правил, вызывающих конфликт:

Во-вторых, можно использовать лексему `ID` в правиле для `return_spec` непосредственно, а не через правило для `name`:

```

param_spec:
    type
    ; name_list ':' type
    .
return_spec:
    type
    ; ID ':' type

```

Рис. 13. Второй способ эквивалентного преобразования в SynGT

В процессе преобразований количество правил грамматики уменьшается, а их правые части представляют собой сложные регулярные выражения над объединённым алфавитом всех символов. В результате имеем:

- правильную запись выражений (скобочная структура, контроль всех операций в регулярных выражениях, наличие конечного символа и прочее);
- все нетерминалы и вспомогательные символы являются продуктивными, то есть порождают непустые цепочки.

Таким образом, на базе исходной КС-грамматики строится приведенная КСР-грамматика, в которой отсутствуют непродуктивные нетерминалы и пустые порождения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Т.1. Синтаксический анализ М.: Мир, 1978. 612 с.
2. Федорченко Л.Н. Метод регуляризации грамматик в системах трансляции языков. // VI Юбилейная международная научная конференция "Инновации в науке и образовании–2008," посвящённая 50-летию пребывания КГТУ на Калининградской земле. Труды конференции в 3-х частях, часть 2 – Калининград: 2008 – С. 305. ISBN 978–5–94826–217–8. С.294–297.
3. Федорченко Л. Н. Регуляризация контекстно-свободных грамматик на основе эквивалентных преобразований синтаксических граф-схем. //Труды СПИИРАН. Вып. 4. — СПб.: Наука, 2010. С. 213–230.

Харинов М.В., Заболотский В.П.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
АДАПТИВНАЯ РЕГУЛЯРНАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ**

Введение

Понятие сегментации изображения связано с компьютерным моделированием зрительного восприятия на первичной стадии выделения объектов, которые видит на изображении человек. В наглядной форме объекты, выделенные машиной, представляются сегментами изображения из одинаковых пикселей (элементарных клеток изображения) с усредненной по сегментам яркостью. Тогда визуальное сохранение объектов в приближении изображения усредненными значениями пикселей позволяет контролировать адекватность рассматриваемого способа сегментации, а задача автоматического выделения объектов сводится к нахождению алгоритма «конструирования» видимых человеком объектов из сегментов изображения, которые на изображении «видит» компьютер.

Как правило, на изображении одни объекты составляют другие или содержат другие объекты в качестве составных частей. При этом для адекватного описания объектов применяется иерархическая сегментация изображения посредством его последовательного разбиения на вложенные сегменты. Если иерархия разбиений изображения задается априори, то она является неадаптивной. Если же зависит от изображения и вычисляется с целью максимального упрощения описания объектов, аппроксимируемых минимальным числом сегментов, то говорят, что обсуждаемые разбиения задают адаптивную иерархическую сегментацию изображения.

Типичным примером неадаптивной иерархической сегментации является пирамидальная [1–3]. При пирамидальной сегментации изображение итеративно разбивается на сегменты прямоугольной формы, содержащие по четыре вложенных сегмента, и иерархия разбиений описывается регулярным квадродеревом. При адаптивной иерархической сегментации для изображения строится последовательность вложенных разбиений на сегменты вычисляемой формы, которые проще всего получать в алгоритмах итеративного укрупнения исходного разбиения изображения на отдельные пиксели или связные области из одинаковых пикселей [4–7].

По сравнению с неадаптивной пирамидальной иерархической сегментацией адаптивное разбиение изображения на вложенные сегменты вычисляемой формы является более общим и позволяет при одинаковом количестве сегментов точнее аппроксимировать визуально наблюдаемые объекты. Однако слияние сегментов является ресурсоемким приемом обработки и для эффективного применения требует оптимизации структуры данных, поддерживающей быструю генерацию иерархии разбиений, а также их запоминание в ограниченном объеме оперативной памяти для анализа сегментов по различающимся системам признаков на последующих стадиях выделения и идентификации объектов в процессе автоматического распознавания цифрового изображения. Эффективная структура данных, так называемых «динамических деревьев», для адаптивной

иерархической сегментации была разработана нами в [8, 9] на компьютерах старого поколения, но продолжает оставаться актуальной. В приложении к современным компьютерам динамические деревья снимают ограничения по памяти и быстродействию. При этом экономичное запоминание адаптивной иерархии разбиений в оперативной памяти компьютера нивелирует различия в использовании иерархических представлений изображения, получаемых в алгоритмах слияния, или разделения сегментов.

В настоящее время, за счет использования результатов [4–7], удалось существенно улучшить качество адаптивной иерархической сегментации, получаемой по скоростным алгоритмам [9]. При этом улучшение качества наглядно проявляется в начальных разбиениях изображения на последовательное число из 2, 3, 4, ... сегментов, границы которых совпадают с границами объектов [10]. Очевидно, возможность разбиения изображения на последовательное число сегментов обеспечивается только при бинарной иерархии сегментов, в которой каждый сегмент включает два вложенных. При прочих равных условиях, регулярная бинарная иерархия, по сравнению с остальными, содержит максимальное число различных сегментов и легко преобразуется в любую другую иерархию сегментов. Поэтому разумно предположить, что именно регулярная бинарная иерархия в задачах распознавания заранее неизвестных объектов является наиболее перспективной.

В отличие от сложившихся стереотипов [1–3, 7, 8], в данной работе рассматривается «почти» регулярная (бинарная) адаптивная сегментация изображения, в которой сегменты разделяются преимущественно на два вложенных, а иерархия последовательных разбиений изображения в традиционной терминологии описывается деревьями, в большинстве узлов которых сливается не более двух дуг. Рассмотрение преобразований иерархий разбиений одной в другую, выполняемых в терминах динамических деревьев, также является особенностью предлагаемого решения.

В целом работа направлена на решение проблемы адекватного вычисления сегментов для аппроксимации объектов, которая, в первую очередь, состоит в описании свойств искомых сегментов, и, во вторую, – сводится к нахождению алгоритмов оптимального иерархического разбиения изображения на сегменты с установленными свойствами.

1. Дихотомическая иерархия и показатель регулярности

Под дихотомической иерархией понимается нестрогая бинарная иерархия, в которой допускается разделение сегментов более чем на два вложенных, но в ограниченном количестве. В качестве числовой характеристики θ дихотомической иерархии, принимается нормализованное на промежуток $[0, 1]$ число N_H различных сегментов в иерархии H , которое принимает значения от $N+1$ до $2N-1$, где N – число элементарных (неделимых) сегментов исходного разбиения изображения. При этом θ связано с N_H соотношением:

$$\theta = \frac{N_H - N - 1}{N - 2} \approx \frac{N_H}{N} - 1. \quad (1)$$

Исходным разбиением изображения на элементарные сегменты обычно служит его разбиение на отдельные пиксели, или связные области из одинаковых пикселей. За исключением случая $N=1$, минимальное число сегментов $N+1$ достигается в случае иерархии, в которой все элементарные сегменты сливаются в один, а максимальное число сегментов $2N-1$ достигается в случае строгой бинарной иерархии. Формула (1) в обоих вариантах сохраняет смысл при любом натуральном N .

Судя по нашим экспериментам, показатель регулярности θ характеризует, главным образом, способ построения иерархии сегментов и, в отличие, например, от числа уровней, устойчив в отношении изменения размеров, а также содержания изображения. Для фотографических, дистанционных, картографических изображений при алгоритмах генерации иерархии типа [4] показатель регулярности θ достигает 0.84–0.96, тогда как, например, для иерархической сегментации, вычисляемой методами разделения яркостной гистограммы [9], значение показателя θ составляет около 40% от предельного значения, равного единице, которое достигается только в случае бинарной иерархии.

Поскольку в дихотомической иерархии отдельные сегменты могут разделяться на любое число вложенных, ее генерация, запоминание и преобразование выполняется в терминах общей структуры данных динамических деревьев, которая поддерживает любую иерархию вложенных разбиений или приближений изображения представлениями с усредненными значениями яркости [8, 9].

2. Обобщение критерия Мамфорда-Шаха

Начало теории слияния сегментов для формирования адаптивной иерархии разбиений изображения было положено в работе Мамфорда-Шаха [4], за которой последовал ряд дальнейших исследований [5–7], в настоящее время активно внедряемых в современную практику обработки изображений, например, в программном комплексе «ENVI» (Environment for Visualizing Images, http://www.itvis.com/portals/0/pdfs/envi/Feature_Extraction_Module.pdf).

Критерий Мамфорда-Шаха $f(1,2)$ для результата слияния $1 \cup 2$ смежных сегментов 1 и 2 можно записать в виде:

$$f(1,2) = 2 \frac{\Delta SE}{\Delta P} = 2 \frac{SE(1 \cup 2) - SE(1) - SE(2)}{P(1) + P(2) - P(1 \cup 2)} = \min, \quad (2)$$

где SE (сокращение от «square error») – величина дисперсии, умноженной на число пикселей, равная сумме квадратов отклонений значений пикселей от среднего по сегменту значения; P – периметр сегмента; ΔSE и ΔP – величины неаддитивности SE и P , соответственно;

$l_{1 \cup 2} \equiv \frac{P(1) + P(2) - P(1 \cup 2)}{2}$ – длина общей границы между сегментами 1 и 2.

Как показывает эксперимент, классическую оценку близости смежных сегментов посредством минимизации (2) удастся без снижения качества сегментации заменить квадратичной ошибкой для объединения сегментов: $f(1,2) = SE(1 \cup 2)$, ее неаддитивной добавкой: $f(1,2) = \Delta SE(1,2)$, суммарной величиной изменения средней яркости по пикселям объединяемых сегментов и рядом других величин, обеспечивающих получение иерархии сегментов с показателем регулярности θ в окрестности значения 0,9.

При этом для оптимизации вычислений особенно полезными оказываются функции f , которые при объединении сегментов не убывают и, подобно квадратичной ошибке SE , удовлетворяют условию монотонности:

$$f(1 \cup 2) \geq f(1), f(2). \quad (3)$$

Благодаря условию (3) в процессе генерации иерархии вложенных разбиений изображения исключаются колебания минимальных значений f , и сокращается число итераций.

Основным ограничением на критерий f слияния сегментов, является условие инвариантности при перемене сегментов ролями, имеющее вид:

$$f(1,2) = f(2,1) \quad (4)$$

и именуемое условием симметрии.

При выполненном условии симметрии (4) от алгоритмов генерации иерархии сегментов требуется, чтобы построение иерархии всегда завершалось слиянием пикселей изображения в один сегмент. Последнее оказывается нетривиальным, если алгоритм генерации иерархии не сводится к вычислению глобального минимума f по всем парам смежных сегментов.

Минимизация критерия Мамфорда-Шаха (2) и упомянутых других вещественных функций f целочисленных признаков по всем парам смежных сегментов, обеспечивает получение дихотомической иерархии, может быть, за исключением нескольких первых итераций. Однако построение иерархии даже для изображений из 256×256 пикселей требует выполнения десятков тысяч итераций и занимает десятки минут. Таким образом, для эффективного практического применения необходимо не менее чем тысячекратное ускорение скорости генерации адаптивной иерархии сегментов. Требуемое повышение скорости генерации обеспечивается за счет снижения числа итераций до нескольких десятков в алгоритмах интенсивного слияния сегментов [9, 10], поддерживающих парное слияние сегментов.

Дополнительная регуляризация адаптивной иерархии обеспечивается за счет программного подавления непарного слияния сегментов, характеризуемых величинами критерия слияния, отличными от глобального минимума. Для компенсации возрастания продолжительности генерации иерархической сегментации указанный прием имеет смысл тестировать в комбинации с приемами ускорения обработки, например, за счет использования критериев, удовлетворяющих условию монотонности (3).

3. Структура данных

Быстрые алгоритмы генерации адаптивной иерархии [9, 10] выполняются посредством сравнения сегментов по критерию слияния с окружающими и при программировании оказываются нетривиальными, так как требуют вычисления для каждого сегмента массивов данных, зависящих от соседних сегментов, например, массива длин смежных границ (2). Сложности программирования без чрезмерных затрат оперативной памяти и снижения скорости обработки преодолеваются благодаря учету симметрии критерия слияния сегментов (4) и использованию структуры данных динамических деревьев, детально описанной в [9].

Структура динамических деревьев состоит из трех матриц одинаковых размеров: исходного изображения, матрицы дуг, которая задает формальную структуру дерева, и матрицы приписанных дугам индексов, обеспечивающих восстановление любого разбиения иерархии. В терминах перечисленных матриц, в фиксированной части оперативной памяти компьютера описывается

слияние и анализ сегментов, выполняется генерация, запоминание, а также преобразования иерархии разбиений изображения. Извлечение данных в стандартной форме обеспечивается предусмотренным набором простых алгоритмов. При этом динамические деревья с высоким быстродействием создают эффект применения обычных деревьев, но без сопутствующих чрезмерных затрат памяти, и могут характеризоваться, поэтому, как «виртуальные» деревья.

По сравнению с алгоритмами использования готовой структуры динамической деревьев, алгоритмы ее построения гораздо более сложны, но хорошо поддаются оптимизации по скорости выполнения. Время генерации адаптивной иерархической сегментации для изображений относительно небольшого размера – до сотен тысяч пикселей, при равном числе итераций допустимо считать пропорциональным числу пикселей. При этом скорость вычисления иерархической сегментации в терминах динамических деревьев на стандартном компьютере достигает, в зависимости от размера изображения, значений от 0.5 до 1 миллиона пикселей в секунду. Характерно, что по мере итеративного вычисления вложенных разбиений изображения скорость выполнения каждой последующей итерации возрастает, а суммарное время построения последовательности уровней иерархии растет приблизительно как кубический корень от числа уровней. Таким образом, по нашим экспериментальным данным, время $Time$ генерации последовательности уровней иерархической сегментации в зависимости от числа пикселей N и рассматриваемого числа уровней $level$ оценивается по формуле:

$$Time \sim N \cdot \sqrt[3]{level}. \quad (5)$$

4. Преобразования иерархии

Хотя понятия иерархической сегментации достаточно наглядны, но, тем не менее, для программирования требуют некоторого уточнения терминологии.

Под адаптивной иерархической сегментацией понимается некоторая последовательность вложенных разбиений изображения. В противоположность иерархии сегментов, в иерархии разбиений сегменты рассматриваются с возможными повторениями на последовательных разбиениях.

Последовательно пронумерованные разбиения, называемые уровнями иерархии, визуально представляются как приближения изображения, которые образуются сегментами, заполненными усредненными в пределах сегментов значениями яркости.

Иерархия разбиений изображения называется компактной, если на различных уровнях не содержит повторяющихся составных (делимых) сегментов [8, 9]. При этом допускаются повторения только элементарных сегментов, группирующихся на уровнях с большим числом сегментов.

Пусть C – изотонное преобразование произвольной иерархии разбиений в компактную, которое выполняется без нарушения иерархического порядка сегментов и сводится к замещению повторяющихся сегментов верхних, менее детализированных уровней, сегментами с ближайших нижних, более детализированных уровней.

Преобразование C выявляет дихотомическую иерархию сегментов, которая маскируется повторениями сегментов на последовательных уровнях произвольной иерархии разбиений. Если дихотомическая иерархия разбиений, рассматриваемая на нескольких первых уровнях, содержит только делимые сегменты, и каждый материнский сегмент разделяется на два вложенных, то компактная иерархия разбиений оказывается бинарной и состоит из разбиений изображения на 1, 2, 4, ... сегмента.

Пусть сегменты характеризуются некоторым неотрицательным параметром $p \geq 0$, и элементарным сегментам отвечает нулевое значение указанного параметра.

Иерархия разбиений изображения называется развернутой, если ее начальный уровень содержит единственный сегмент, покрывающий изображение целиком, а каждый последующий порождается разделением на текущем уровне сегментов с максимальным значением рассматриваемого параметра.

Если для объединения сегментов 1 и 2 параметр P удовлетворяет условию монотонности:

$$p(1 \cup 2) \geq p(1), p(2), \quad (6)$$

то в развернутой иерархии максимальное значение p , вычисленное для сегментов текущего уровня, с увеличением числа сегментов при переходе от верхних уровней к нижним не убывает и играет роль номера уровня.

Если компактная иерархия разбиений является бинарной, и различным сегментам сопоставляются различные значения параметра p , то развернутую иерархию составляют разбиения изображения на последовательное число 1, 2, 3, ... сегментов.

Пусть E – преобразование произвольной иерархии разбиений в развернутую. Подобно C преобразование E является изотонным.

Поскольку показатель регулярности θ вычисляется без учета повторений сегментов, он совпадает с показателями θ_C и θ_E , вычисленными для иерархии разбиений в компактном и развернутом представлениях:

$$\theta_C = \theta_E = \theta. \quad (7)$$

Помимо того, что преобразования C , E не влияют на показатель регулярности, они удовлетворяют симметричным коммутационным соотношениям:

$$\begin{aligned} C^2 &= C, & E^2 &= E, \\ CE &= C, & EC &= E, \end{aligned} \quad (8)$$

согласно которым каждое преобразование идемпотентно, и на результат одного преобразования не влияет предварительное выполнение другого преобразования.

Примечательно, что коммутационные соотношения для преобразований C и E иерархии разбиений повторяют свойства преобразований изображения при стеганографическом встраивании сообщений [11]. Тем самым, в противоположных процессах встраивания и извлечения видеоинформации между преобразованиями данных на алгебраическом уровне устанавливается аналогия, обусловленная сходством алгоритмов упорядочения, которые рассматриваются на различных множествах – множествах пикселей, в задачах стеганографии, и множестве сегментированных представлений изображения, в обсуждаемом случае.

Для расширения инструментария аппроксимации объектов сегментами изображения за счет редукции иерархической сегментации по числу сегментов вводится преобразование F , которое дополняет преобразования C и E и выполняется посредством фильтрации сегментов [10]. Преобразование F сводится к отбору сегментов с различных уровней иерархической сегментации и составлению из отобранных сегментов, а также их дополнений, иерархии новых уровней.

При фильтрации, выполняемой с циклическим повторением до достижения неизменного результата, обеспечивается идемпотентность преобразования F :

$$F^2 = F, \quad (9)$$

так же, как для преобразований C и E (8).

В отличие от преобразований C и E , не модифицирующих исходное разбиение изображения на элементарные сегменты, преобразование F , вообще говоря, индуцирует укрупнение элементарных сегментов адаптивно к сегментам отобранного множества.

Помимо преобразований C и E и F , для применения дихотомической сегментации полезны простейшие способы редукции иерархии разбиений посредством удаления уровней с числом сегментов большим, или, наоборот, меньшим некоторого порога. При этом эффективная программная реализация обсуждаемых утилит оказывается несколько менее очевидной, чем их определение, поскольку выполняется в терминах динамических деревьев.

5. Применение

Исходной иерархией разбиений изображения, с наименее упорядоченными повторениями сегментов на последовательных уровнях, приходится ограничиваться в задачах с повышенными требованиями к скорости обработки.

Развернутая иерархия, получаемая преобразованием E , позволяет строить приближения изображения заданным числом сегментов и способствует эффективному автоматическому сравнению различных представлений изображения, которые полезно предварительно выровнять по числу сегментов. Как установлено экспериментально, при этом повышается достоверность оценки визуального сходства представления и изображения по среднеквадратичному отклонению. Следует отметить, что для повышения скорости обработки, развернутую иерархию достаточно строить в некотором установленном диапазоне количества сегментов или значений параметра p .

Компактную иерархию разбиений, получаемую преобразованием C , удобно использовать в задачах распознавания изображений для анализа сегментов как самостоятельных изображений с минимальным учетом повторений сегментов на различных уровнях.

Фильтрованная иерархия, получаемая преобразованием F , в нетривиальных сочетаниях с преобразованиями C и E , представляется перспективной для решения задач детектирования и распознавания иерархически организованных объектов.

Среднеквадратичное отклонение с учетом числа сегментов во вложенных разбиениях используется вместо энергетического функционала Мамфорда-Шаха [4–7] для оценки эффективности аппроксимации изображения последовательностями приближений. Результаты анализа среднеквадратичного отклонения [10] позволяют предположить, что последовательность разбиений изображения на 1, 2, 3, ... сегмента с минимально возможным среднеквадратичным отклонением, которая, вообще говоря, не является иерархической, с некоторым допуском аппроксимируется

иерархией приближений изображения последовательным числом сегментов. При этом ограничение на число сегментов n при заданном среднеквадратичном отклонении $StdDev$, выражается в виде:

$$n \leq N^{1 - \frac{StdDev}{StdDev(1)}}, \quad (10)$$

где N – число элементарных сегментов, а $StdDev(1)$ – среднеквадратичное отклонение значений пикселей от среднеарифметического значения (при $n = 1$).

Согласно предложенной оценке среднеквадратичное отклонение на первых уровнях должно спадать, по крайней мере, как гипербола.

Заключение

Таким образом, мы выдвигаем предположение, что адаптивное к объектам иерархическое разбиение аппроксимирует последовательность, вообще говоря, перекрывающихся разбиений изображения на сегменты с минимально возможными значениями среднеквадратичного отклонения. Такая трактовка адекватной иерархической сегментации, с одной стороны, допускает ее неоднозначность, а с другой стороны, позволяет сравнивать и оценивать варианты адаптивной иерархии вложенных разбиений независимо от конкретных алгоритмов ее генерации.

В качестве признака адекватной сегментации вводится показатель регулярности иерархии (1), который для экспериментально проверенных алгоритмов превышает 0.8, что обосновывает перспективность изучения дихотомической адаптивной сегментации цифровых изображений.

Аппарат адаптивной дихотомической сегментации цифрового изображения составляют программы скоростной генерации иерархии разбиений изображения в терминах динамических деревьев и утилиты переупорядочения, а также редукции полученной иерархии посредством преобразований E , C , F и др.

Наиболее интересным направлением дальнейших исследований является многокритериальная сегментация изображения, при которой вместо единственного критерия слияния (2) для каждой пары смежных сегментов 1 и 2 анализируется несколько критериев $f_1, f_2, f_3, \dots$, и слияние сегментов производится при достижении минимума хотя бы по одному критерию:

$$f_1(1,2) = \min \vee f_2(1,2) = \min \vee f_3(1,2) = \min \vee \dots \quad (11)$$

Исследования по рассматриваемой тематике проводились при финансовой поддержке РФФИ (грант 11-07-00685-а).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Tanimoto S. L. Template Matching in Pyramids // Comp. Graph. Image Proc. Vol. 16, № 2, 1981. P. 356–369.
2. Александров В. В., Горский Н. Д. Представление и обработка изображений. Рекурсивный подход. Л.: Наука, 1985. 190 с.
3. Чочиа П. А. Пирамидальный алгоритм сегментации изображения // Информационные процессы. Т. 10, № 1, 2010. С. 23–35.
4. Mumford D., Shah J. Boundary detection by minimizing functionals // Proc. IEEE Comput. Vision Patt. Recogn. Conf. – San Francisco, 1985. P. 22–26.
5. Koepfler G., Lopez C., Morel J. M. A Multiscale Algorithm for Image Segmentation by Variational Method // SIAM Journal on Numerical Analysis, Vol. 31, № 1, 1994. P. 282–299.
6. Robinson D. 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, 01 January 2002. 42 p.
7. Marfil R., Sandoval F. Energy-Based Perceptual Segmentation Using an Irregular Pyramid // LNCS Vol. 5517/2009 Bio-Inspired Systems: Computational and Ambient Intelligence. Springer-Verlag: Berlin/Heidelberg, 2009. P. 424–431.
8. Kharinov M. V., Nesterov M. M. Intelligent Program for Automatic Image Recognition based on Compact Object-Fitting Hierarchical Image Representation in terms of Dynamic Irregular Ramified Trees // Международная Академия. Вестник / Специальный выпуск межакадемического бюллетеня МАИСУ № 12-С, – СПб. 1997. С. 1–35.
9. Харинов М. В. Запоминание и адаптивная обработка информации цифровых изображений / Под ред. Р. М. Юсупова. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 2006. 138 с.
10. Kharinov M. V. "Adaptive Hierarchical Image Segmentation Technique // 10th International Conference on Pattern Recognition and Image Analysis: New Information Technologies (PRIA-10-2010) ," in Proc. of the 10-th. Int. Conf. St. Petersburg: Politehnika, December 5-12, 2010. Vol. 1. P. 205-208.
11. Kharinov M. V. Algebraic Description of Data Embedding Basing on Idempotent Image Transformations // Pattern Recognition and Image Analysis: Advances in Mathematical Theory and Applications / Vol. 19. No 3, 2009. P. 491–496.



ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И ТЕХНОЛОГИИ

Путилин А.Н., Хвостунов Ю.С.

Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс»
КОНЦЕПЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СЕТИ ДАЛЬНОЙ РАДИОСВЯЗИ

Единая сеть дальней радиосвязи России (ЕСДР) должна представлять собою совокупность радиоцентров (РЦ) и радиостанций (РС), объединённых общими технологиями

- организации радиосвязи,
- информационного обмена,
- управления (см. ниже).

Транспортную основу ЕСДР составляет сеть стационарных РЦ, соединённых высокоскоростными каналами связи (проводными, оптическими и проч.) сетей связи Российской Федерации (ССРФ). В настоящем документе эта сеть будет называться Опорной сетью ЕСДР (ОСЕСДР). Для организации радиосвязи в ЕСДР преимущественно используются односкачковые трассы. Территория вокруг РЦ в пределах односкачковой трассы (до 2000 км) является Зоной ответственности РЦ (ЗО РЦ). РЦ может обеспечить одновременную работу с несколькими РС. Каждая РС может обеспечить одновременную работу с одной (одним) или несколькими РС (РЦ). ЕСДР используется в интересах всех силовых министерств и ведомств РФ, а также организаций и частных лиц на коммерческой основе. Структура ЕСДР представлена на рисунке 1. Характеристики радиосредств ЕСДР приведены в таблице 1.

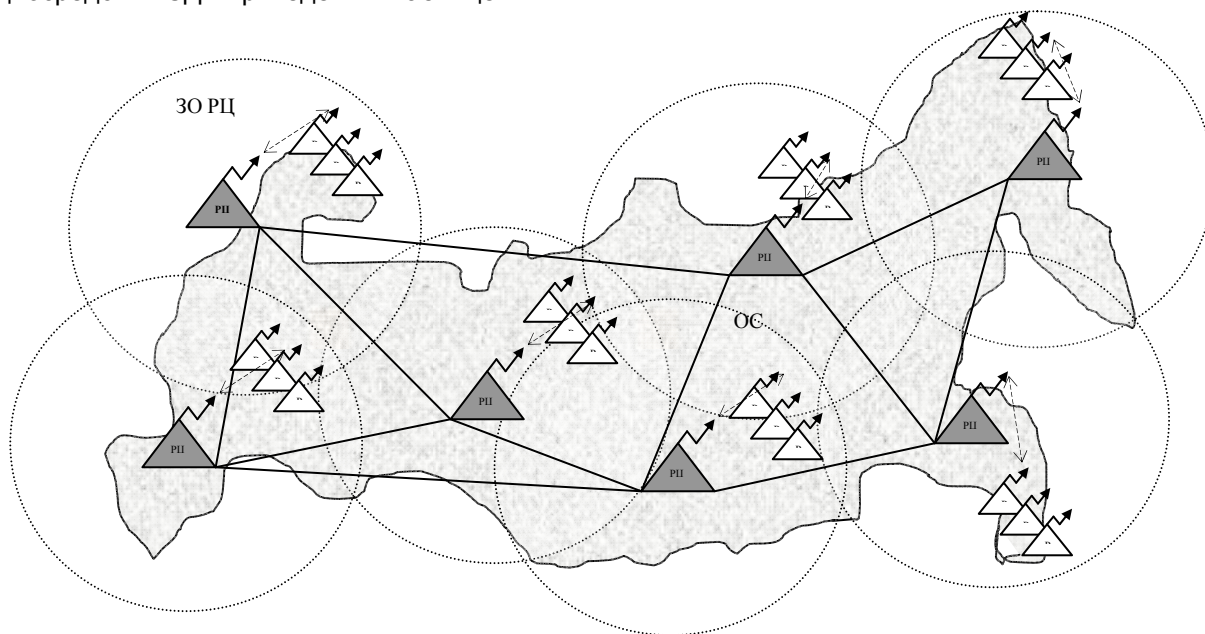


Рис. 1. Структура ЕСДР

Технология организации радиосвязи в ЕСДР имеет следующие отличительные черты:

1. Используемые диапазоны: Организация радиосвязи основывается на использовании диапазона КВ в качестве основного, а диапазона УКВ в качестве вспомогательного только для организации привязки РС к ЕСДР.

2. Широкодиапазонность радиосредств: Радиосвязь организуется на основе использования широкополосных не перестраиваемых приемных и передающих антенн, широкодиапазонных не перестраиваемых многочастотных приемников и передатчиков. Многочастотный возбудитель должен обеспечивать работу со следующими классами излучений - однополосная телефония с подавленной несущей на верхней боковой полосе с полосами частот 3.0, 4.5, 9.0, 20, 40 кГц. В передатчике должно быть реализовано регулирование мощности (предпочтительно – непрерывное).

3. Используемые трассы: Для основного режима (ОР) в ЕСДР используются трассы с однократным отражением ионосферных радиоволн с (односкачковые), обеспечивающие дальность связи от 300 до 2000 км. Для первого вспомогательного режима (ВР1) используются трассы с многократным отражением ионосферных радиоволн (многоскачковые), обеспечивающие дальность

связи не менее 1500 км. Для второго вспомогательного режима (ВР2) используются крутопадающие ионосферные волны (зенитное излучение), обеспечивающее дальность связи от 0 до 400 км.

4. Категории радиосредств: В ЕСДР используется разбиение радиосредств сети на три категории:

- стационарный радиоцентр,
- мобильный радиоцентр,
- мобильная абонентская радиостанция (см. Таблицу 1).

Таблица 1

Характеристики радиосредств ЕСДР

№ п/п	Тип радиосредства	1 категория		2 категория		3 категория		
		от	до	от	до	от	до	
1.	Тип радиосредства	стационарный радиоцентр		мобильный радиоцентр		мобильная абонентская радиостанция		
2.	Размещение	Наземное		возимые на спецмашинах, морские, авиационные		носимые, возимые на легковых автомобилях, морские, авиационные		
3.	Функции	– сопряжение ЕСДР с СС РФ – предоставление сеансов связи абонентам СС РФ и ЕСДР – ретрансляция сигналов РС – ведение радиосвязи с РС		– ретрансляция сигналов РС – ведение радиосвязи с РС		– ведение радиосвязи с РС		
4.	Мощность, Вт	1 000	5 000	500	1 000	5	100	
5.	Количество, шт.	7	12	2 500	7 000	8 000	30 000	
6.	Количество каналов, шт.	передача	32	64	4	16	1	4
		приём	64	128	8	32	2	8
7.	Среднее количество направлений связи, шт.	8	16	2	4	1	1	
8.	Шир. полосы канала, кГц/ Диап. скор. Пер., Кбит/с	3, 4.5, 9, 40/1.2 – 128					3, 4.5, 9/1.2 – 19.2	
9.	Диапазон скоростей передачи от одного РС, Кбит/с	38.4 – 4096	76.8 – 8200	4.8 – 512	19.2 – 2048	1.2 – 19.2	4.8 – 512	
10.	Сумм. кан. ёмк. Категории РС, кан.	передача	224	768	10 000	112 000	8 000	120 000
		приём	448	1536	20 000	224 000	16 000	240 000
11.	Сумм. скорость передачи в категории РС, Кбит	0.27 – 28 Мбит	0.9 – 98 Мбит	12 Мбит – 1,3 Гбит	0.13 – 14 Гбит	9.6 – 154 Мбит	0.14 – 2.3 Гбит	
Состав оборудования								
12.	Антенно-фидерные устройства	Передающие	Комплект направленных широкополосных стационарных антенн (Тип ШСА), согласующие устройства (Тип СУ1), антенный комм. (Тип АК1)		Широкополосная развёртываемая антенна (Тип ШРА), крышевая антенна зенитного излучения (Тип АЗИ), согласующие устройства (Тип СУ2), антенный коммутатор (Тип АК2)		Приёмно-передающая антенна (ППНА)	Тип ШРА, ППНА, автом. антенна «Штырь» (Тип ША), Тип СУ2, Тип АК2
		Приёмные	Ненаправленная ШП стационарная антенна (Тип ПШСА)		Ненаправленная ШП крышевая антенна (Тип ПШКА)			
13.	Передатчик	Возбудитель	32 частотный, SSB с полосами 3.0, 4.5, 9.0, 20, 40 кГц (Тип В1)	2 x Тип В1	4 частотный, SSB с полосами 3.0, 4.5, 9.0, 20, 40 кГц (Тип В3)	16 частотный, SSB с полосами 3.0,4.5,9.0, 20, 40 кГц (Тип В2)	Совмещенные – возб. 1 част., – 2 кан.пр-к, – УМ 5 Вт, – 1 кан. мод., – 2 кан. дем. (Тип ПБУ1)	Совмещ. – возб. 4 част., – 8 кан. пр-к, – УМ 5 Вт, – 4 кан. мод., – 8 кан.дем-р (Тип ПБУ2)
14.		Усилитель	Широкополосный 1 кВт с регулировкой усиления (Тип У2)	Широкополосный 5 кВт с регулировкой усиления (Тип У1)	Широкополосный 500 Вт с регулировкой усиления (Тип У3)	Тип У2	Дополнительный каскадный на выход ПБУ 100 Вт (Тип У4), дополнительный каскадный на выход ПБУ 30 Вт (Тип У5)	
15.	Приёмник	64 канальный (Тип П3)	2 x Тип П2		4 канальный (Тип П1)	16 канальный (Тип П2)	Тип ПБУ1	Тип ПБУ2
16.	Модулятор	8 x Тип М2	32 x Тип М2		4 канальный (Тип М2)	4 x Тип М2		
17.	Демодулятор	8 x Тип Д2	32 x Тип Д2		8 канальный (Тип Д2)	4 x Тип Д2		
18.	Контроллер доступа	3 x Тип КД2	6 x Тип КД2		Четырёхканальный (Тип КД2)		Одноканальный (Тип КД1)	
19.	Сетевые устройства	Маршрутизатор низкоскоростной многоканальный (Тип МР)			Тип МР1 или коммутатор каналов (Тип КК)		Нет	

5. Используемые режимы: РС ЕСДР должны вести радиосвязь как в режиме адаптации рабочей частоты (АРЧ) при замене её только вследствие ухудшения прохождения радиоволн на используемой частоте, так и в режиме псевдослучайной перестройки рабочей частоты (ППРЧ). В различных режимах используются ОЧВМ различных объёмов.

Технология информационного обмена ЕСДР имеет следующие отличительные черты:

1. Каналы: ЕСДР является сетью с пакетной передачей данных, использующей асинхронные каналы. Для передачи данных на первоочередной основе используются выделенные высокоскоростные каналы ССРФ для связи между стационарными РЦ ЕСДР. Для связи между РЦ радиоканалы используются только в качестве резервных. Радиоканалы ЕСДР имеют широкий диапазон скоростей от 1.2 до 128 Кбит/с. В ЕСДР должны быть реализованы процедуры динамического изменения скоростей передачи в процессе ведения сеанса связи.

2. Протоколы: в ЕСДР должен использоваться стек протоколов TCP/IP как единая транспортная основа для реализации мультисервисной сети. На этой основе абонентам предоставляются все возможные виды сервиса:

- протокол FTP (File Transfer Protocol – протокол передачи файлов),
- протокол телефонии (VoIP – Voice over Internet Protocol),
- протокол SMTP (Simple mail transfer protocol – протокол передачи почты),
- протокол видеоконференцсвязи H.323,
- протоколы организации виртуальных частных сетей VPN (Virtual Private Network), в том числе маскируемых и закрытых: IPSec (IP security), PPTP (point-to-point tunneling protocol), OpenVPN, фирменные ведомственные протоколы и др.

На основе использования стека протоколов TCP/IP обеспечивается межсетевой информационный обмен между абонентами СС РФ и ЕСДР. В обязательном порядке реализуются протоколы аутентификации: для абонентов СС РФ – на уровне протоколов VPN, для абонентов ЕСДР – на уровне входа в связь.

Технология управления ЕСДР имеет следующие отличительные черты:

1. Выделение абонентам частотно – временного ресурса (транкинг). ЕСДР является транкинговой системой. РС ЕСДР в обязательном порядке используют GPS – приёмники для определения точек местонахождения РС (ТМРС) ЕСДР. Процедура транкинга основывается на динамическом определении порайонной (в зависимости от ТМРС) единой частотно-временной матрицы (ЕЧВМ) сети. Для организации сеанса радиосвязи в конкретном направлении РС с известной ТМРС на время сеанса связи из ЕЧВМ выделяется Выделяемая частотно-временная матрица (ВЧВМ). На основе использования процедур автоматического установления соединения (ALE – Automatic Link Establishment), состоящих в быстром зондировании ВЧВМ, Контроллер доступа РС формирует на время сеанса используемую частотно-временную матрицу (ИЧВМ). По окончании сеанса связи ИЧВМ возвращается в общий ресурс частот.

2. Маршрутизация: В РЦ ЕСДР динамически поддерживаются:

- таблицы связности сети,
- таблицы маршрутов,
- таблицы ЕЧВМ.

Они составляют информационную базу ЕСДР. Маршрутизация в ЕСДР реализуется в соответствии со стандартом MIL-STD-188-141B Appendix D HF Radio Networking и Appendix E Application Protocols for HF Radio Network.

3. Протоколы управления сетью реализуются в соответствии со стандартом MIL-STD-188-141B Appendix H Management Information Base for HF Radio Networks

Характеристики радиосредств ЕСДР приведены в Таблице 1.

Штубов А.С., Мешалов Р.О.

Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс»,

Санкт-Петербургский центр ОВД Филиала «Аэронавигация Северо-Запада»

ФГУП «Госкорпорация по ОрВД»

**УЧЕТ СВОЙСТВ ТЕЛЕТРАФИКА В ЗАДАЧАХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ
СЕТЕЙ АВИАЦИОННОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ**

Введение

В настоящее время мировая гражданская авиация развивается в рамках концепции ИКАО – ИАТА CNS/ATM (Communication, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management). Функционирование системы CNS/ATM осуществляется с помощью линий передачи данных «борт-земля» и наземной сети передачи данных, связывающей наземные станции с диспетчерскими пунктами организации воздушного движения (ОрВД) [1,2]. К 2015 году, европейской организацией движения воздушных судов (ВС) EUROCONTROL, планируется ввести в Европе требования к внедрению на ВС и наземных центрах различные приложения ОрВД (CPDLC – линия передачи данных «пилот-диспетчер», ADS – автоматическое зависимое наблюдение, которые организуют автоматическую передачу данных о

местонахождении ВС и др.) [3]. Связь, при организации потоков воздушного движения, главным образом касается наземного взаимодействия (запланировано построение наземной сети), кроме того, перспективной возможностью обмена между ВС и центрами управления воздушным движением (УВД) планами полетов и сообщениями о распределении интервалов (в настоящий момент для этого используется речевая связь).

В настоящее время, в рамках постановления Правительства Российской Федерации от 01.09.2008 г. №652 «Об утверждении федеральной целевой программы «Модернизация Единой системы организации воздушного движения Российской Федерации (2009 – 2017 годы)», производятся работы по реорганизации существующей сети авиационной электросвязи и созданию укрупненных районных центров ОрВД [4]. Как известно, основным критерием качества работы системы ОрВД является безопасность воздушного движения, которая, во многом определяется надежностью и достоверностью обмена данными по каналам передачи данных. Единая система (ЕС) ОрВД требует множества высокоприоритетных, критичных по безопасности, но кратких информационных обменов между диспетчерами и пилотами, а также более длительных обменов, но с низким приоритетом между центрами УВД. Кроме того, согласование использования воздушного пространства с органами управления государственной авиацией и смежное воздушное движение гражданских/военных ВС в заданном воздушном пространстве, обуславливают требования по координации действий диспетчеров, что в свою очередь, влияет на требования к связи. Связь между районными центрами ЕС ОрВД, а так же между ними и ВС должна быть защищенной от несанкционированных воздействий и включать защиту от блокирования, задержки, разрушения, изменения, маскировки и внедрения данных. Для реализации выше перечисленных требований, необходимо рассмотрение вопросов планирования информационной загруженности и распределения ресурсов между задачами информационной безопасности и качеством предоставляемых услуг связи, в условиях возрастания количества обслуживаемых объектов, территориально разнесенных между собой на значительные расстояния в укрупняющихся районных центрах ЕС ОрВД [5]. К этим вопросам относятся трафиковое проектирование в сетях авиационной электросвязи (сети ATN), моделирование трафика этих сетей и организация служба их защиты.

1. Трафиковое проектирование в сетях ATN. Сети авиационной электросвязи (сети ATN), предназначены, на специальной и исключительной основе для предоставления связного обслуживания предприятиям, занимающимся ОрВД, и эксплуатирующим ВС авиакомпаниям (агентствам). Как известно, под трафиком понимается совокупность передаваемых по сети данных, за определенный период времени. Трафик измеряется в нужных точках сети числом проходящих блоков данных и их длин, выраженным в битах в секунду. В сетях ATN следует выделить четыре типа трафика [6]:

- оперативная связь, подразделяемая на две категории, представляющие связь по безопасности и регулярности полетов (авиационный оперативный контроль и связь при ОрВД);
- административная связь, представляющая связь, не имеющую отношение к безопасности и регулярности полетов, осуществляемую агентами по эксплуатации воздушных судов и административным органам ОрВД;
- связь общего назначения, представляющая авиационную связь для пассажиров (APC – Aeronautical Passenger Communication), общественную корреспонденцию и прочую неоперативную и неадминистративную связь;
- связь по системному управлению, представляющая информацию по системному управлению, которая является критической для поддержания сетевых операций в сети.

Данное различие трафика сообщается в метке безопасности ATN в соответствии с ISO/IEC 8473 и ISO/IEC 10747. Это используется с целью квалифицировать пакеты данных протокола сети в режиме без установления соединения CLNP (способ передачи данных между одноранговыми уровнями без предварительной координации) и маршруты (между областями) в соответствии с классом трафика по этим маршрутам. Служба межсетевой связи ATN управляет доступом к подсетям на основе данной квалификации [6]. Схема присвоения имен и адресации ATN основана на принципах, обеспечивающих единственную и однозначную идентификацию промежуточных систем (роутеров) и конечных систем (хостов), и обеспечивает глобальную стандартизацию адресов. Планы адресации и присвоения имен, используемые в ATN, позволяют государствам и организациям присваивать адреса и названия в пределах их административных областей. Каждым маршрутизатором сети ATN поддерживается информационная база FIB (Forwarding Information Base), которая содержит ряд направляющих траекторий, отражающих различные уровни (ранжирование) политики и качества обслуживания QoS (Quality of Service), доступные для достижения известного пункта назначения.

При трафиковом проектировании в телекоммуникационных сетях, одной из основной преследуемой целью является гарантирование достаточной пропускной способности сети, для обеспечения требуемого качества обслуживания [7]. Для оценки характеристик качества функционирования систем телетрафика используются математические модели специального вида,

называемые моделями массового обслуживания. Качество обслуживания в сетях существенно зависит от двух факторов:

А. Модели обслуживания, которая устанавливает распределение сетевых ресурсов и определяет классы обслуживания;

В. Процедуры трафикового проектирования, используемые для определения емкости ресурсов.

Модель обслуживания обеспечивает различные уровни обслуживания, обеспечивающие работоспособность, для которых необходимо заблаговременное предоставление достаточной пропускной способности. При построении модели обслуживания важно правильно определить объект, к которому применяется трафиковое управление. В сети без установления соединения этим объектом служит датаграмма. На более высоких уровнях практически нет возможности предоставления качества обслуживания, больше чем по принципу «максимальных усилий». Модель обслуживания, как правило, основывается на промежуточном трафиковом объекте, называемом «поток», который представляет собой последовательность пакетов определенного приложения. При помощи распределения ресурсов на потоковом уровне (отбраковка заново поступающих потоков, когда израсходована доступная емкость), обеспечение качества обслуживания разделяется, на механизмы обслуживания и протоколы управления (гарантирующие, что качество обслуживания допущенных потоков является удовлетворительным).

Приложениями телефонных сервисов и видеосигналов (радиолокационная информация) в сетях АТН, генерируется непрерывный трафик, в котором большие задержки создают недопустимое снижение качества. Речевые сигналы, обычно представляют процессы ON/OFF – типа, где речевые потоки разделены паузами. Видеосигналы, проявляют более сложные изменения интенсивности на нескольких масштабах времени. Как известно, в случае перегрузки дополнительную нелинейность могут давать реальные клиент/серверные сетевые окружения (ограничивающие ресурсы, в результате связи между источниками трафика) и различные механизмы управления (основанные на обратной связи, используемые). Характер изменения интенсивности непрерывных потоков важен для проектирования управления трафиком. Для трафикового проектирования важно, что битовая интенсивность длинных видеопоследовательностей проявляет долговременную зависимость. Количество активных непрерывных потоков в некотором канале является случайным процессом, изменяющимся при установлении связей и их завершении. В реорганизуемых сетях может быть принята существующая практика определения периода занятости для телефонной сети (например, период с наибольшим трафиковым спросом) и моделирования поступлений в этот период в виде стационарного стохастического процесса (например, пуассоновский процесс). Тогда спрос на трафик может выражаться как ожидаемая совмещенная интенсивность всех активных потоков: произведение интенсивности поступления, средней длительности и средней интенсивности одного потока.

2. *Моделирование трафика сетей АТН.* Чтобы определить емкость сети, требуемую для обеспечения заданной вероятности блокировки непрерывных потоков, необходимо сделать предположения о процессе поступления новых запросов, их интенсивности и длительности. Рассмотрим простую модель трафика, состоящую из одного канала, передающего трафик от очень большой группы пользователей. Предположим в общем потоке можно выделить m различных классов. Потоки каждого класса имеют общее распределение интенсивности. Потоки класса i интенсивностью λ_i (запросов в секунду) поступают в соответствии с пуассоновским процессом и имеют ожидаемую длительность $1/\mu$ с (где μ – вероятностная мера определяемая на интервале $[0,1]$ с функцией распределения $M(t) = \mu([0;t])$, а c – конечная константа). Для фиксированной (довольно большой) пропускной способности канала C влияние потока класса i на вероятность потери данных может быть выражено в отдельном показателе – эффективной пропускной способности e_i . Эффективная пропускная способность e_i такова, что вероятность потери данных незначительна (меньше заданного значения) до тех пор, пока $\sum n_i e_i \leq C$ (n_i – количество активных на данный момент потоков класса i). Можно предположить, что поток класса j будет заблокирован, если $\sum n_i e_j > C - e_j$. Тогда, пригодная аппроксимация вероятности блокировки $P_{бл.i}$ потока с пиковой интенсивностью P_i , когда C велико по отношению к e_i , определяется как:

$$P_{бл.i} \approx \frac{P_i}{\delta} E(a/\delta, C/\delta), \quad (1)$$

где $a = \sum e_i (\lambda_i / \mu_i)$ – исходный самоподобный процесс;

$\delta = \sum e_i^2(\lambda_i / \mu_i) / a$ – ожидаемые (предсказуемые) интервалы времени «тяжелых»
долговременных зависимостей, наблюдаемых самоподобных процессов;

$E(a, n) = \frac{a^n}{n!} / \sum_{i \leq n} \frac{a^i}{i!}$ – формула Эрланга (приводит к упрощению расчетов вероятности
блокировки и коэффициента использования a / C).

В «эластичном» трафике, интенсивность передаваемых данных (объекты в виде документов) меняется от внешних факторов (наличие пропускной способности) без отрицательного воздействия на качество обслуживания. Рассмотрим изолированный канал, в котором поток поступлений является пуассоновским с минимальной требуемой для его обслуживания пропускной способностью θ . Тогда, при справедливом распределении ресурсов общая пропускная способность канала равна $C = n\theta$. В этом случае вероятность блокировки «эластичного» потока $P_{\text{бл.э}}$ с пиковой интенсивностью p_i приравнивается к вероятности насыщения в $M / G / 1$ – очереди емкостью n :

$$P_{\text{бл.э}} = \rho^n (1 - \rho) / (1 - \rho^{n+1}), \quad (2)$$

где ρ – коэффициент использования канала связи.

Такие «эластичные» потоки не всегда могут получать полные ресурсы доступной пропускной способности канала из-за перегрузки на других каналах, располагающихся на их пути, и их собственного ограничения пиковой интенсивности. Если потоки могут достигать интенсивности θ и эта интенсивность гарантирует управление доступа на каждом сетевом канале, то использование, предсказанного формулой Эрланга, составляет нижний предел. Канал с пропускной способностью C может обрабатывать объем такого «эластичного» трафика $A_{\text{э}}$ (произведение интенсивности потока поступлений на средний размер) с минимальной пропускной способностью θ и вероятностью блокировки $P_{\text{бл.э}}$.

Для оценки качества передачи радиолокационной информации (непрерывный трафик) по каналам связи с ошибками (помехами) [8], нужно объединить энтальпию (определяет меру сложности функции, минимальное количество знаков, необходимое для ее задания) с пропускной способностью двоичного канала связи. Как известно, в основе функционирования цифровой радиолокационной станции синтезированной апертурой антенны, лежит представление выборочных значений квадратурных составляющих цифровыми сигналами. При наличии в канале связи помех пропускная способность уменьшается. Для равновероятных двоичных сигналов (сигналы с импульсно – кодовой манипуляцией, при которой передается цифровая разность наблюдения и предсказанного значения) пропускную способность можно представить в следующем виде:

$$C = \frac{1}{T} [1 + P_e \log P_e + (1 - P_e) \log (1 - P_e)], \quad (3)$$

где C – пропускная способность канала связи;

T – длительность двоичных сигналов;

P_e – вероятность ошибки (мера достоверности).

Формула (3) справедлива только для двоичного канала. Максимально возможное значение вероятности ошибок P_e в двоичном канале, с равновероятными сигналами равно 0,5. Такое значение вероятности ошибок возможно в случае, когда канал связи не работает (т.е. пропускная способность равна нулю). В некоторых системах с дифференциально-импульсной кодовой манипуляцией, цифровые сигналы радиолокационной информации можно считать независимыми и равновероятными, а применяемый двоичный код равномерным. Пропускная способность в таком канале связи имеет вид:

$$C = \frac{1}{T} \left[\log_2 k + \frac{P_e \log_2 P_e}{k - 1} + (1 - P_e) \log_2 (1 - P_e) \right], \quad (4)$$

где k – длина кода.

Выражение (4) удобно тем, что характеризуется длиной кода k передаваемого сигнала, это означает, что пропускная способность будет зависеть от способа кодирования, что позволит оценить качество системы связи при различных двоичных кодах.

3. Служба защиты АТН. Служба защиты АТН, осуществляет набор функций АТН по защите информации, позволяющих принимающей оконечной или промежуточной системе однозначно опознавать (т.е. проводить аутентификацию) источник полученной информации и проверять

целостность этой информации [9]. Сообщения ОрВД обеспечиваются защитой от фальсификации, изменения и повторения. В отношении информационных сообщений, которыми обмениваются объекты ATN, это означает наличие высокой степени уверенности в том, что указанный в сообщении отправитель соответствует действительности, сообщение не изменено и не повторяет устаревшее сообщение. Уровень защиты может варьироваться в зависимости от вида угрозы защите и уровня защиты ATN, выбранного пользователем или прикладным процессом. Запрос на неприменение защиты может удовлетворяться. Это означает, что защита обеспечивается по умолчанию, а согласование ее неприменения осуществляется в соответствии с местными принципами. Предоставляемые ATN услуги передачи сообщений на борт и с борта воздушных судов обеспечиваются защитой от попыток отказа вмешательства в обслуживание до степени вероятности, соответствующей доступности требуемого требованиям прикладного обслуживания, определяемого на основе местных принципов.

Для защиты оконечных систем, промежуточных систем, администраторов сети, справочных серверов и подсетей ATN следует использовать следующие физические и процедурные методы:

1. Ограниченный физический доступ к оконечным системам, промежуточным системам, рабочим местам SM (System Management), справочным серверам и коммутаторам подсетей, администраторам сети и другим основным подсистемам сети ATN;

2. Ограниченный доступ пользователей к оконечным системам, промежуточным системам, справочным серверам и рабочим местам SM, обеспечиваемый только для санкционированного персонала;

3. Неиспользование или ограниченное использование дистанционного доступа к наземной оконечной системе, промежуточным системам и рабочим местам SM ATN.

Заключение

Данная статья посвящена моделированию трафика сетей авиационной электросвязи (ATN) и рассмотрению его характеристик, влияющих на качество предоставляемых услуг связи, распределение ресурсов, и тем самым на защищенность обмена данными в организуемых укрупненных районных центрах ЕС ОрВД. Она базируется на статье [10], в которой рассматриваются потоки с долговременной зависимостью и свойствами присущими самоподобным процессам («длинные хвосты» функций распределения интервалов между событиями) и описываются разработанные на основе обобщенного пуассоновского потока рандомизированные модели, приемлемые для их описания, например, в коротковолновом и двоично – симметричном каналах связи, а также на статье [5], в которой предлагается использование указанных каналов связи в схеме передачи данных между маршрутизаторами – концентраторами районного центра ЕС ОрВД, с целью создания обходных путей маршрутизации для восстановления работоспособности сети в случае возникновения неисправностей (отказов, конфликтов и перегрузок).

Посвящается светлой памяти нашего учителя Бориса Ивановича Кузьмина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кузьмин Б.И. Сети и системы авиационной цифровой электросвязи. Учебное пособие / Под редакцией действительного члена Международной академии транспорта, д.т.н., проф. Сарычева В.А. Часть II. Международная авиационная телекоммуникационная сеть ATN. СПб.: ООО «Агентство «РДК – принт», 2000. 304с.
2. Кузьмин Б.И., Мешалов Р.О. Внедрение системы CNS/ATM в гражданской авиации РФ // электросвязь. – 2008 – №5. С.30–33.
3. Китаев С.В. Концепция технической модернизации средств авиационной электросвязи России // электросвязь. 2009. №5. С.29–33.
4. Комяков А.В., Вдовин Л.М., Кондина И.В., Кулаков Д.С. Современная отечественная аппаратура автоматического обмена данными // электросвязь. 2010. №6. С.32–37.
5. Штубов А.С. Анализ безопасности сетей авиационной электросвязи. // Труды XI Санкт – Петербургской Международной конференции "Информационная безопасность регионов России–2009" (ИБРР – 2009). Труды конференции. СПб, 2009. С. 209–214.
6. Добрунова Т.В., Кузьмин Б.И., Лебедева Н.А., Сарычев В.А. Авионика. Словарь – справочник аббревиатур. / Под редакцией Добруновой Т.В. и Кузьмина Б.И.: Университет ГА. СПб, 2007.
7. Шелухин О.И., Теняков А.М., Осин А.В. Фрактальные процессы в телекоммуникациях. М: Радиотехника, 2003. 408с.
8. Сухоруков А.И., Хисматов И.Т. Методика оценки качества цифровых каналов связи при передаче аналоговой информации авиационных систем радиовидения // электросвязь. 2010 №6. С.44–46.
9. Планирование сети LINK 2000+: Проект. – Eurocontrol, 01.05.07. №3,4. 43с.
10. Александров А.М. Рандомизированные модели цифрового телетрафика // электросвязь. – 2010. №6. С.41–43.



ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Волкова А.В.

**Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс»
ПОМЕХОЗАЩИЩЁННОСТЬ СИГНАЛЬНО-КОВОДНОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ
ТРЕХМЕРНОЙ СИМПЛЕКС-РЕШЁТКИ**

В настоящей работе производится исследование воздействия различных видов помех на сигнально-кодую конструкцию на основе трёхмерной симплекс-решётки (TR), алгоритм модуляции и демодуляции которой описан в [1], а также сравнение её помехоустойчивости с помехоустойчивостью других видов модуляции (QAM, PSK, DPSK).

При определении множества допустимых реализаций помехи было принято во внимание три типа ограничений. То есть, в качестве классификации помех была выбрана классификация по их энергии: помехи, ограниченные по энергии; помехи, ограниченные по пиковой мощности; помехи, ограниченные по средней мощности. Это обуславливается обобщённостью данного подхода [2].

Для получения экспериментальных данных относительно помехозащищённости указанной конструкции была создана модель в пакете MatLab, основные компоненты которой перечислены ниже: модулятор и демодулятор для СКК, генератор и анализатор информационного сигнала, а также генераторы помех. Согласно приведённой классификации было выбрано три вида помех:

- помеха, ограниченная по энергии. Энергия такой помехи распределена равномерно во времени;
- помеха, ограниченная по средней мощности. Энергия такой помехи неравномерно распределена во времени. Смысл такого подхода заключается в «накапливании» энергии. Таким образом, в определённые временные промежутки сгенерированная в модели преднамеренная помеха будет обладать повышенной мощностью, но в другие моменты времени её не будет;
- помеха, ограниченная по пиковой мощности. Во временной области такие помехи представляют собой периодически повторяющиеся импульсы.

При проведении эксперимента задавались параметры и помехи, и сигнала. В таблице 1 приведены параметры, характерные для указанных выше типов помех. К параметрам сигнала относятся мощность и количество вторичных посылок (скорость передачи). К параметрам сигнала, которые задавались в ходе моделирования, относится количество элементарных посылок для СКК на основе трёхмерно симплекс-решётки. Такие сигналы условно обозначим TR-2 (2 элементарные посылки), TR-3 (3 элементарные посылки), TR-3 (3 элементарные посылки). Параметры сигналов с QAM-, PSK-, DPSK- модуляцией не менялись.

Таблица 1

Параметры помех

Помеха	Параметр
Помеха, ограниченная по энергии	Мощность помехи (отношение сигнал-шум)
Помеха, ограниченная по средней мощности	Мощность помехи (отношение сигнал-шум), время накопления энергии T . Для эксперимента время накопления энергии выбиралось следующим: $T=1 \cdot T_{el}$ (TR-2), $T=2 \cdot T_{el}$ (TR-3), $T=3 \cdot T_{el}$ (TR-4), где T_{el} – длительность элементарного сигнала (посылки).
Помеха, ограниченная по пиковой мощности	Мощность помехи (отношение сигнал-шум), скважность импульса T . Для эксперимента скважность импульса выбиралась следующей: $T=0.1 \cdot T_{el}$, $T=0.05 \cdot T_{el}$, $T=0.025 \cdot T_{el}$, где T_{el} – длительность элементарного сигнала (посылки).

Согласно [2] в качестве помехозащищённости системы связи была определена численная характеристика, в роли которой выступала максимальная величина мощности помехи, для которой при всех допустимых вариантах воздействия обеспечивается нормальное функционирование системы связи. Кроме того, обеспечение нормального функционирования цифровых линий связи сводится к удовлетворению требований по средней вероятности ошибочного приёма сообщений. Для оценки функционирования системы связи была принята средняя вероятность ошибки на бит (СВО).

Сравнение помехозащищённости сигнала при воздействии различных типов преднамеренных помех проводилось при одинаковой мощности для каждого вида помех, при этом изменялись остальные параметры. На рисунках 1,2,3 показаны некоторые полученные зависимости СВО от отношения мощности сигнал-помеха, приведённого к базе используемых сигналов. Зависимости были получены для указанных трёх видов помех.

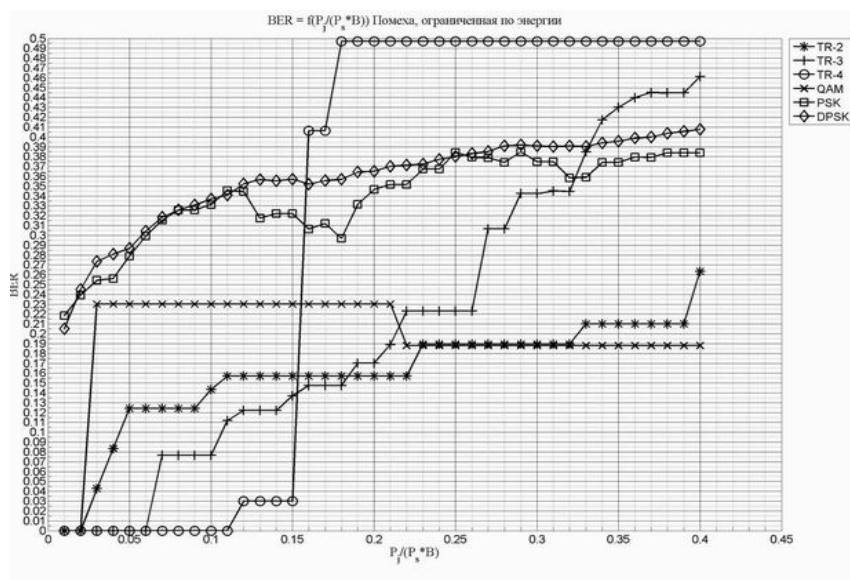


Рис. 1. Зависимость СВО от отношения мощности помеха-сигнал, приведённого к базе сигналов (помеха, ограниченная по энергии)

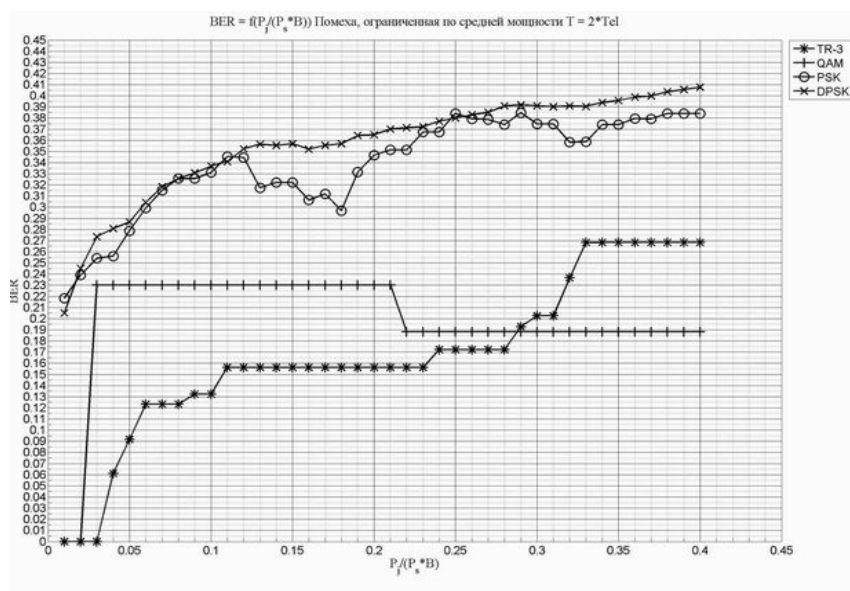


Рис. 2. Зависимость СВО от отношения мощности помеха-сигнал, приведённого к базе сигналов (помеха, ограниченная по средней мощности, $T = 2 * T_{el}$)

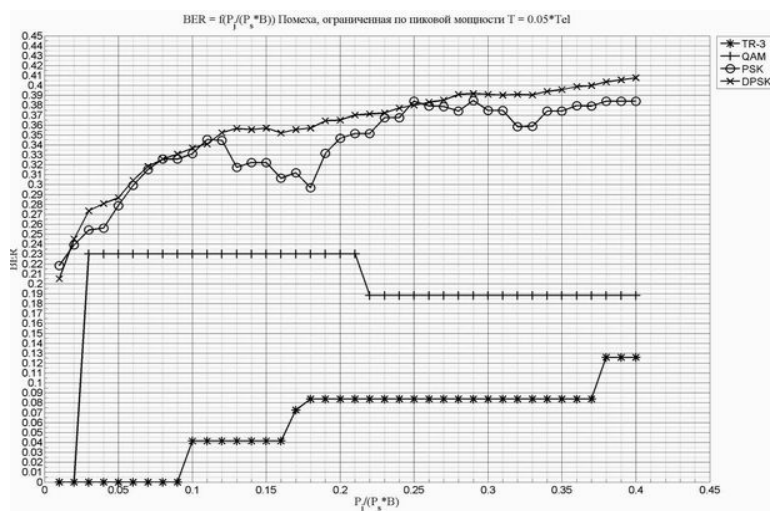


Рис. 3. Зависимость СВО от отношения мощности помеха-сигнал, приведённого к базе сигналов (помеха, ограниченная по пиковой мощности, $T = 0.05 * T_{el}$)

В результате моделирования можно сделать следующие выводы:

1. Выигрыш при использовании СКК на основе трёхмерной симплекс-решётки по сравнению с другими видами модуляции представлен в таблице 2 (помеха, ограниченная по энергии). Здесь и далее, сравнение производилось по отношению к PSK-, DPSK- модуляции, сигналы которых оказались наименее помехоустойчивыми. При этом уровень СВО выбирался равным 0.1 (BER=0.1).

Таблица 2

Выигрыш при использовании сигналов с СКК на основе трёхмерной симплекс-решётки (помеха 1-ого типа)

Тип конструкции	Выигрыш, дБ
TR-2	6.0206
TR-3	10.0000
TR-4	12.0412
QAM	4.7712
PSK	0
DPSK	0

2. Выигрыш при использовании СКК на основе трёхмерной симплекс-решётки по сравнению с другими видами модуляции представлен в таблице 3 (помеха, ограниченная по средней мощности).

Таблица 3

Выигрыш при использовании сигналов с СКК на основе трёхмерной симплекс-решётки (помеха 2-ого типа)

Тип конструкции	Выигрыш, дБ $T=1 \cdot T_{el}$	Выигрыш, дБ $T=2 \cdot T_{el}$	Выигрыш, дБ $T=3 \cdot T_{el}$
TR-2	6.9897		
TR-3		6.9897	
TR-4			10.5115
QAM	6.9897	6.0206	6.0206
PSK	0	0	3.0103
DPSK	0	0	0

3. Выигрыш при использовании СКК на основе трёхмерной симплекс-решётки по сравнению с другими видами модуляции представлен в таблице 3 (помеха, ограниченная по пиковой мощности).

Таблица 4

Выигрыш при использовании сигналов с СКК на основе трёхмерной симплекс-решётки (помеха 3-ого типа)

Тип конструкции	Выигрыш, дБ $T=0.1 \cdot T_{el}$	Выигрыш, дБ $T=0.05 \cdot T_{el}$	Выигрыш, дБ $T=0.025 \cdot T_{el}$
TR-2	13.2222	11.4613	7.5333
TR-3	16.0206	15.7978	11.0266
TR-4	16.0206	16.0206	11.2494
QAM	9.0309	11.4613	11.1394
PSK	3.0103	3.0103	2.2185
DPSK	0	0	0

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. Чуднов А. М. Анализ помехозащищённости линий и сетей связи. Л.: ВАС. 1988.

Гришачев В.В., Косенко О.А., Халяпин Д.Б.

Россия, Москва, Российский государственный гуманитарный университет

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО КАНАЛА УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ

Построение системы защиты объекта информатизации связано с решением ряда задач, одной из которых является выявление технических каналов утечки информации и применение инженерно-технических средств защиты для их подавления [1-3]. Эффективное решение подобной задачи требует разделения обнаруженных каналов утечки по уровню угроз, невозможное без теоретической оценки опасности каналов утечки. Как правило, для оценки используются вероятностные методы, в которых на основе специально введенных коэффициентов определяется уровень защищенности объекта. Разработка простых и понятных специалистам методов по оценке опасности каналов утечки является важной задачей, которой и посвящена настоящая работа.

Технический канал утечки информации представляет собой совокупность объекта технической разведки, физической среды и средства технической разведки, которыми добываются разведывательные данные [1-3]. Обобщенная структурная схема функциональных связей элементов канала показывает, каким образом информация передается от источника, обладателя конфиденциальной информации, к адресату, получателю информации, злоумышленнику. Принципы функционирования канала зависят от формы представления информации, как правило, это физическое поле, в котором содержится информация (оптическое изображение объекта, речь человека, данные в коммуникациях). Для передачи информации от источника к адресату требуется передатчик, устройство, с помощью которого информация преобразуется в вид необходимый для

ввода в канал утечки. Преобразование в сигнал осуществляется посредством генерации или модуляции физических полей, существующих в канале связи, среде через которую происходит передача. В качестве таковой выступает окружающая среда, естественный или искусственный волновод и т.д., проходя который сигнал поступает в приемник. Устройством вывода информации из канала связи является демодулятор, преобразующий принятый сигнал в информацию для получателя.

Функционирование канала утечки сопровождается помехами – случайными воздействиями на передатчик, канал связи и приемник, связанными с преобразованием, передачей и регистрацией информации и создающими зашумление полезного сигнала [5,6]. Помехи приводят к изменениям условий прохождения сигнала и, как следствие, к его искажению, разрушению, в результате доля полезной информации, дошедшей до получателя, сокращается, а доля потерянной растет. На основании подобных рассуждений можно ввести понятие эффективности технического канала утечки информации, как доли, дошедшей до получателя полезной информации от всей поступившей. Тогда основным элементом, влияющим на эффективность, будет воздействие помех.

1. Характеристики технических каналов утечки информации

Функционирование технического канала утечки информации связано с распространением побочных физических полей, таких как электромагнитного, акустического, гравитационного полей, радиационных излучения и т.д., за пределы охраняемой зоны [1-3]. В канале утечки существует время (t_0) начала передачи, продолжительность (τ) передачи и время достижения места назначения (t_1).

За промежуток времени информация оказывается на расстоянии $L = c \cdot (t_1 - t_0)$, где c – скорость распространения сигнала в среде. Информация связана с параметрами поля, основной характеристикой которого является энергия сигнала (P) и шума (N), что определяется необходимостью регистрации информации получателем в реальном времени. Исходные параметры сигнала играют важную роль для оценки эффективности канала утечки. В первую очередь это отношение сигнал/шум (SNR_{in}), характеризующее соотношение между информационной и шумовой составляющими в сигнале. Чем выше отношение, тем надежнее выделение полезной информации и наоборот уменьшение SNR_{in} менее единицы делает выделение трудно выполнимым [4]. Другой характеристикой исходного сигнала является динамический диапазон (SDR). Он показывает, с какими ограничениями связана передача сигнала для его приема без искажений.

Эффективность функционирования канала утечки информации зависит от модуляции или генерации под действием исходного сигнала потоков энергии в среде канала, от свойств среды, через которую проходит сигнал, при этом основные параметры сигнала на выходе изменяются [5]. Отношение сигнал/шум и динамический диапазон сигнала на выходе влияют на разрешающую способность регистрирующей аппаратуры технических средств разведки, поэтому основным параметром для оценки эффективности канала утечки информации можно принять отношение сигнал/шум на выходе канала – SNR_{out} . Его значение определяется коэффициентом шума

$CNL = (SNR_{in} / SNR_{out})$, показывающим во сколько раз увеличилась доля шума в сигнале при прохождении через канал утечки. Другие параметры, определяемые техническими средствами разведки – это коэффициенты модуляции (CML) и потерь (CLL) в канале утечки. При воздействии исходного сигнала на среду канала утечки происходит либо генерация (преобразование) сигнала с $CML = 1$, либо модуляция проходящих потоков энергий по параметрам поля с $CML \leq 1$. Уровень потерь показывает во сколько раз уменьшилась мощность сигнала утечки на выходе относительно входа. Значения CML и CLL влияют на параметры приемной аппаратуры, разрешающую способность которой должна быть таковой, чтобы разрешить уровень энергии не менее

$$\sigma = P_{in} \frac{CML}{CLL \cdot DRS},$$

где P_{in} – мощность сигнала на входе канала утечки, σ – разрешающая способность приемного оборудования, коэффициенты SDR , CML и CLL выражаются в безразмерных единицах.

Выбранные параметры SNR_{in} , SNR_{out} , SDR , CNL , CML и CLL достаточно полно характеризуют свойства канала утечки, но более информативно описание дается некоторым оценочным коэффициентом, который будет связывать между собой все или практически все приведенные параметры. Эффективность функционирования можно задать по вероятности прохождения отдельного бита информации через канал утечки [6], которую назовем коэффициентом эффективности канала утечки информации (CEL) и определим как

$$CEL = \frac{H_x}{H_0} = 1 - \frac{\Delta H}{H_0},$$

где H_0 – объем информации на входе канала утечки в битах, H_x – объем информации на выходе канала утечки в битах, $\Delta H = H_0 - H_x$ – объем потерянной информации в канале утечки в битах.

Вычисление CEL зависит от формы предоставления информации, т.е. в какой форме она закодирована. Это может быть цифровая кодировка с бинарным представлением сигнала применяемая для передачи данных, имеющим два уровня энергии сигнала – нижним (0) и верхним (1) уровнями. Следующая форма – аналоговый сигнал от измерительных приборов, различных преобразователей, где уровень сигнала произвольно меняется в широких пределах, определяемым динамическим диапазоном. Есть еще одна промежуточная форма сигнала, которая являясь по сути аналоговым, т.е. с полной неопределенностью последующего во времени уровня сигнала, но имеет признаки цифрового, когда полный принятый сигнал составляет единый много битовый сигнал, в котором биты сигнала связаны между собой смыслом сообщения. Назовем подобный сигнал – смысловым. Например, к смысловой форме сигнала относится речь человека, изображения предметов и т.д. Для каждой формы представления сигнала требуется ввести свое оценочное выражение.

Описание работы цифрового канала утечки дается по принципам функционирования цифровых линий связи [5], в которых одним из основных параметров является вероятность появления ошибочного бита (VER). Учитывая определение для CEL можно получить $CEL = 1 - VER$, и тогда для цифрового представления сигнала утечки будем иметь оценочную формулу:

$$CEL = 0,5 \cdot [1 + \operatorname{erf}(0,35 \cdot SNR_{out})],$$

которая находится по методам определения VER для цифрового канала связи. Эффективность канала утечки с цифровым представлением сигнала не может быть меньше 0,5, что связано с необходимостью выбора только между двумя уровнями, соответствующих либо нулю, либо единице при бинарной кодировке.

Полностью аналоговый сигнал утечки характеризуется амплитудой в данный момент времени. Пусть на входе имеем полный сигнал вместе с шумами $P_{in} + N_{in}$ с отношением сигнал/шум SNR_{in} , а на выходе – $P_{out} + N_{out}$ с отношением сигнал/шум SNR_{out} . В уровне сигнала содержится информация, выраженная в двоичном коде объемом $\log_2((P_{in} + N_{in})/\sigma)$, а шумы создают неопределенность с объемом информации $\log_2(N_{in}/\sigma)$, где σ – разрешающая способность регистрирующего оборудования. Следовательно, объем полезной информации на входе канала утечки можно определим по формуле $H_0 = \log_2(1 + SNR_{in})$. Аналогично объем информации регистрируемый на выходе канала утечки составит $H_x = \log_2(1 + SNR_{out})$. Следовательно, эффективность канала утечки информации при аналоговой форме сигнала утечки можно определить по формуле:

$$CEL = \frac{\ln(1 + SNR_{out})}{\ln(1 + SNR_{in})} = \frac{\ln(1 + SNR_{in}/CNL)}{\ln(1 + SNR_{in})},$$

где переход к натуральным логарифмам произведен на основании свойств отношения логарифмов.

Промежуточный между цифровым и аналоговым каналами утечки – смысловой канал утечки не может корректно описываться ни одной из предложенных формул, что связано с отмеченными выше его особенностями [6]. Но по своей сути он ближе к цифровому каналу, так как в обоих каналах существует предопределенность регистрируемого уровня. Если в цифровом – это только два уровня, то в смысловом – предопределенность вытекает из смысловой связанности между собой всех и в первую очередь соседних уровней. В смысловом канале неопределенность удваивается из-за выбора не между двух уровней, а трех – находясь на исходном уровне следующий по времени уровень может быть как меньше, так и больше. В этом случае, можно предложить следующую формулу для оценки эффективности канала со смысловыми связями внутри сигнала:

$$CEL = 1 - 2 \cdot VER = \operatorname{erf}(0,35 \cdot SNR_{out}).$$

Из приведенных формул по оценке эффективности функционирования каналов утечки информации следует зависимость всех видов каналов утечки от отношения сигнала к шуму на выходе SNR_{out} или от отношения сигнала к шуму на входе SNR_{in} и коэффициента шума канала CNL .

2. Сравнение коэффициентов эффективности каналов утечки информации

Выражение для коэффициента эффективности канала с цифровым сигналом утечки является прямым следствием расчетов вероятности появления ошибочного бита в обычной цифровой системе связи. В обычном канале связи SNR_{out} больше 5, а коэффициент шума близок к 1, для канала утечки отличие сводится к более близкому к единице значению SNR_{out} .

Выражения для аналогового и смыслового каналов утечки менее очевидны и требуют сравнительного анализа. На рисунке 1 представлены графики зависимостей коэффициента эффективности от отношения сигнал/шум на выходе для разных видов каналов утечки, а на рисунке 2 графики зависимостей коэффициента эффективности от коэффициента шума для смыслового канала утечки. Из графиков на рисунке 1 видно, что для смыслового канала утечки зависимость имеет пороговый вид, определяется отношением сигнал/шум на выходе канала и не зависит от свойств исходного сигнала и среды распространения. Эффективность канала утечки быстро растет от 38% до 87% при увеличении SNR_{out} от 1 до 3 независимо от предыстории сигнала. Превышение отношения сигнал/шум 5 позволяет получить более 99% информации, а уменьшение ниже 0,5 – менее 20%. В области SNR_{out} менее 1 получение достоверной информации затруднено, так как смысловые связи между отдельными частями нарушаются.

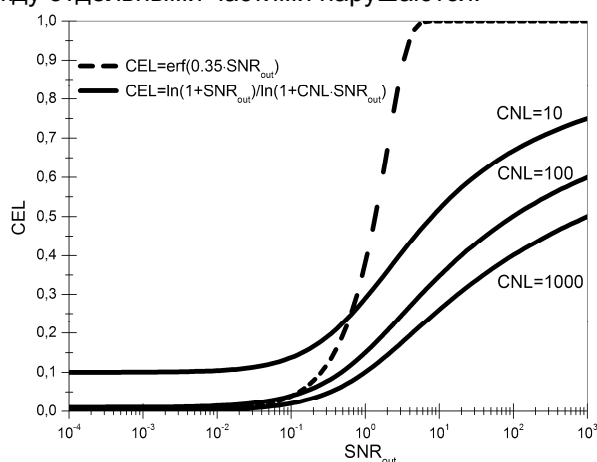


Рис.1. Сравнение приближений для вычисления коэффициента эффективности аналогового и смыслового каналов утечки информации в зависимости от выходного отношения сигнал/шум

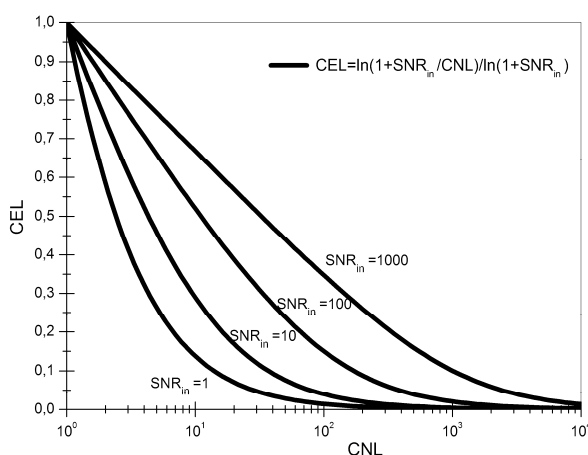


Рис.2. Зависимость коэффициента эффективности от коэффициента шума аналогового канала утечки информации при фиксированном входном отношении сигнал/шум

Эффективность канала с аналоговым сигналом утечки имеет похожий ход зависимости от отношения сигнал/шум – с ростом отношения растет эффективность, но при этом на зависимость сильное влияние оказывает предыстория сигнала, зашумление при прохождении канала утечки. Это можно объяснить тем, что нахождение неизвестного уровня сигнала определяется влиянием не только аддитивного шума, который добавляется к сигналу по пути распространения, но и мультипликативным шумом, состоящий из потерь и вносимых искажений в сам сигнал при его распространении из-за взаимодействия со средой канала. В смысловом сигнале мультипликативная составляющая шума уменьшается смысловыми связями внутри сообщения, а в аналоговом сигнале утечки такие связи отсутствуют, так как имеет значение абсолютная величина сигнала в данный момент времени ни как несвязанная с другими измерениями в другие моменты времени. Это приводит к сильной зависимости эффективности канала с аналоговым сигналом утечки от коэффициента шума, что показано на графике рисунке 2. Отличительной особенностью аналогового канала утечки является значительно меньший рост эффективности при увеличении отношения сигнал/шум на выходе, чем у канала со смысловым сигналом утечки. Еще одно отличие состоит в том, что чем больше коэффициент шума, тем меньше рост коэффициента эффективности. Даже при отношении сигнал/шум на выходе канала утечки $SNR_{out} = 1000 \cdot (30\text{дБ})$, но при сильно шумящем канале с коэффициентом шума $CNL = 1000 \cdot (30\text{дБ})$, получаем коэффициент эффективности $CEL < 0,5 \cdot (50\%)$. В этом примере, отношение сигнала к шуму на входе составляет 60дБ , т.е. имеем высококачественный сигнал, но в неэффективном канале утечки с большими шумами, сигнал теряет 50% своей информативности, которую невозможно восстановить.

3. Анализ акустооптического (оптоволоконного) канала утечки

Проведенные исследования позволяют задать некоторый алгоритм оценки технического канала утечки информации на эффективность для последующей выработки мер по организационной и инженерно-технической защите информации [1-3]. Алгоритм включает следующие процедуры:

1. Определение вида и возможных параметров сигнала утечки: отношение сигнал/шум (SNR_{in}), динамический диапазон сигнала (SDR);
2. Определение возможных параметров технических средств разведки: средняя мощность зондирующего энергетического потока (P), разрешающая способность приемника (σ);
3. Определение параметров канала утечки: коэффициент модуляции (CML), коэффициент потерь (CLL), коэффициент шума (CNL);
4. Определение интегральных характеристик канала утечки: длина (L), отношение сигнал/шум на выходе (SNR_{out}), коэффициент эффективности (CEL).

В предложенной схеме учитывается минимальное число параметров технических средств разведки, так как их увеличение значительно усложнит оценку. Итоговых характеристик канала утечки вполне достаточно для оценки общих угроз системе защиты информации. Понижение уровня опасности можно произвести по третьему пункту алгоритма, т.е. путем изменения параметров канала утечки с помощью инженерно-технических средств защиты.

Применим предложенную методику к анализу акустооптического (оптоволоконного) речевого канала утечки информации, смысл которого состоит в том, что звук воздействует на элементы волоконно-оптических коммуникаций, модулирует проходящие через них световой поток и формирует сигнал утечки [6-8]. Модулированный звуком световой поток выходит за пределы охраняемой зоны, где может быть демодулирован.

Параметры исходного сигнала, определяющего конфиденциальную речевую информацию, представим в виде речевого (полезного сигнала) с уровнем звукового давления $S = 65 \text{ дБ}$ и шумов $N = 45 \text{ дБ}$, что позволяет оценить $SNR_{in} = 100 \cdot (20 \cdot \text{дБ})$ и $SDR = 100 \cdot (20 \cdot \text{дБ})$. В качестве технических средств разведки применим волоконно-оптический тестер-телефон «Рубин-021», который используется для зондирования волоконно-оптических коммуникаций источником света мощностью $P = 0.1 \cdot \text{мВт} \cdot (-10 \text{ дБм})$ и для регистрации приемник чувствительностью $\sigma = 10^{-10} \cdot \text{Вт} \cdot (-70 \text{ дБм})$. Коэффициент модуляции примем равным $CML = 0.1\%$, что соответствует экспериментально полученным оценкам. Оптический бюджет канала передачи информации соответствует коэффициенту затухания равному $\alpha = 0.5 \cdot \text{дБ/км}$. Практических измерений коэффициента шума в приведенных исследованиях нет, поэтому поставим обратную задачу определить CNL . В тех же экспериментальных исследованиях канала утечки речевой информации по артикуляционному методу было получено значение разборчивости речи при заданных выше условиях 50%, в случае воздействия звука на разъемные соединения. Разборчивость речи определяет эффективность канала утечки информации, следовательно, можно принять $CEL = 0.5$, отсюда получим $SNR_{out} = 1.4$ и $CNL \approx 70$.

Оценим возможную предельную длину оптического канала для эффективного съема информации за пределами защитной зоны. Из значений информационного сигнала, затухания в оптическом канале и технических средств разведки получаем $L = 40 \text{ км}$.

Таким образом, в работе на основе анализа цифровых каналов связи предложены оценочные формулы для вычисления эффективности канала утечки информации по вероятности прохождения бита информации. Выражения адаптированы для различного вида представления информации при передаче в форме цифрового, смыслового и аналогового сигнала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хорев А.А. Техническая защита информации. М.: НПЦ «Аналитика» 2008. 436 с.
2. Торокин А.А. Инженерно-техническая защита информации. М.: Гелиос АРВ, 2005, 960 с.
3. Халяпин Д.Б. Защита информации. Вас подслушивают? Защищайтесь. М.: НОУ ШО «БАЯРД». 2004. 431 с.
4. Шереметьев А.Г. Когерентная волоконно-оптическая связь. М.: Радио и связь, 1991. 192 с.
5. Склар Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. М.: Вильямс. 2003. 1104 с.
6. Гришачев В.В., Косенко О.А. Практическая оценка эффективности канала утечки акустической (речевой) информации через волоконно-оптические коммуникации. // Вопросы защиты информации, №2. 2010. С. 18–25.
7. Гришачев В.В., Халяпин Д.Б., Шевченко Н.А., Мерзликин В.Г. Новые каналы утечки конфиденциальной речевой информации через волоконно-оптические подсистемы СКС // Специальная техника, №2. 2009. С. 2–9.
8. Гришачев В.В., Халяпин Д.Б., Шевченко Н.А. Волоконно-оптический телефон в акусто-оптоволоконном канале утечки конфиденциальной речевой информации // Вопросы защиты информации, №3, 2009. С. 22–30.

Десницкий В.А., Котенко И.В., Чечулин А.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПОСТРОЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ**

Статья посвящена исследованию вопросов безопасности встроенных систем. Важнейшим объектом исследования является процесс построения безопасных встроенных систем. Рассматривается абстрактная модель встроенных систем, которая представляет собой обобщенное представление встроенных систем и отражает основные аспекты безопасности, а также задает способ их описания. На основе абстрактной модели формируется модель нарушителя, которая используется для построения автоматизированной системы тестирования встроенных систем, проводимых в рамках проекта Европейского сообщества SecFutur [10].

Введение

К встроенным системам относятся такие электронные, мультимедиа, бытовые и иного вида устройства, в которые встраиваются специализированные информационно-вычислительные блоки, ответственные за решение задач управления функциями устройства, организации обработки и обеспечения работы устройства, поддержки пользовательского интерфейса и других задач [7]. В настоящее время разработчики встроенных систем (ВС) фокусируются главным образом на реализации требуемой функциональности системы. При этом, вопросы поддержки безопасности системы, как правило, рассматриваются на финальной стадии разработки и воплощаются в виде применения тех или иных программных и аппаратных компонентов, реализующих отдельные функции безопасности, такие как шифрование данных или аутентификация пользователя. Следуя системному подходу к построению безопасных систем, различные аспекты безопасности должны учитываться на каждой стадии процесса разработки [6,8]. В общем случае применение такого подхода позволит уменьшить число уязвимостей системы, что, в конечном счете, повысит безопасность системы в целом.

Конечной целью проводимых исследований является формирование унифицированного процесса построения встроенных систем, применение которого будет способствовать построению безопасных ВС. Важнейшей особенностью разрабатываемого процесса также является его частичная автоматизация. Необходимость автоматизации вытекает, как из потребностей в сокращении времени, затрачиваемого на выполнение некоторых рутинных стадий разработки, повторяющихся при проектировании различных типов устройств, так и из необходимости сократить время тестирования безопасности получаемых устройств.

Статья включает следующие разделы. В *первом разделе* рассматривается общая структура формируемого процесса построения встроенных систем. Во *втором разделе* приведено описание абстрактной модели встроенных систем, которая отражает основные аспекты безопасности, присущие широкому кругу ВС, и предоставляет средства для описания свойств ВС. *Третий раздел* посвящен рассмотрению вопросов построения механизма выбора наиболее эффективной конфигурации компонентов защиты. В четвертом и пятом разделах приведено описание возможных методов тестирования ВС, а также модели нарушителя, на основе которой базируется тестирование, соответственно.

1. Структура процесса построения ВС

В рамках проводимого в настоящее время научно-исследовательском проекте SecFutur [10] в качестве отправной точки для анализа и последующего формирования унифицированного процесса организациями-партнерами представителями индустрии были представлены три области применения (use cases):

- устройства для измерения и контроля расхода электроэнергии потребителями (metering device);
- сетевой шлюз, ориентированный на поддержку работы видео-сервисов, таких как кабельное телевидение, Video-on-demand (secure movie gateway);
- сеть мобильного реагирования для управления в кризисных ситуациях (trusted mesh network).

Предполагается, что эти области использования будут также основой для проверки и подтверждения, а также для демонстрации разрабатываемых решений. Среди основных задач, являющихся предметом исследований в настоящее время, можно выделить:

- построение абстрактной модели встроенных систем;
- разработка среды тестирования безопасности ВС;
- построение конфигурационной модели ВС.

На рисунке 1 показаны основные стадии процесса построения безопасных встроенных систем. Рассмотрим из них более подробно некоторые.

2. Абстрактная модель ВС

Абстрактная модель (АМ) представляет собой обобщенное представление встроенных систем и отражает основные аспекты безопасности, характерные широкому кругу ВС.

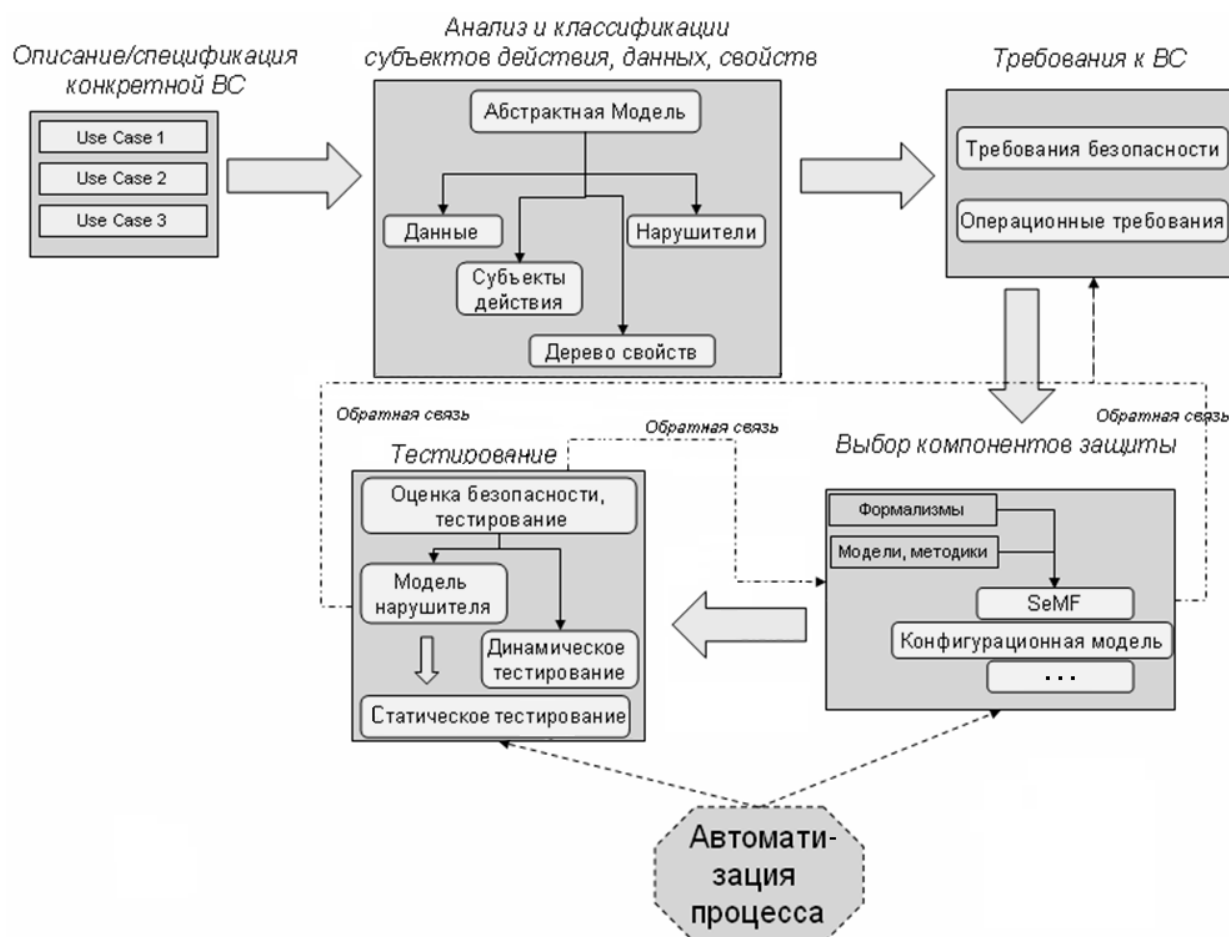


Рис.1. Стадии процесса построения безопасных ВС

При этом модель не учитывает несущественные или узкоспециализированные характеристики конкретной ВС. В качестве своей составной части АМ содержит граф, представляющий дерево важнейших свойств ВС, которое используется в рамках процесса в качестве входных данных. Дерево отображает как основные свойства безопасности (security-свойства), так и так называемые операционные свойства, которые напрямую не характеризуют безопасность ВС, но, тем не менее, влияют на нее косвенно (non-security свойства). К важнейшим security-свойствам, которые содержатся в дереве свойств и на основе которых основывается дальнейший анализ ВС, можно отнести свойства конфиденциальности, целостности и доступности данных и коммуникаций. Рассматриваются также свойства, относящиеся к процессу обновления программных и аппаратных компонентов ВС. Выделяются свойства, определяющие характер, объект и способ обновления (величина человеческого ресурса, вовлеченного в процесс обновления) данных ВС. Для security-свойств рассматривается также классификация объектов, на которые направлена защита.

На начальном этапе исследования каждому свойству придается некоторая бинарная характеристика, как например наличие или отсутствие какой-либо структурной или поведенческой особенности у устройства, или же важность или несущественность свойства. Далее делается попытка ранжирования свойств, иными словами определение для свойства некоторого более широкого диапазона его возможных значений. Помимо этого, производится формирование критериев оценки для некоторых из свойств. В частности, для свойств, предполагающих наличие численных характеристик, задаются специализированные метрики. В качестве примера использования проведенного анализа свойств и полученных классификаций разрабатываются таблицы свойств по трем областям использования.

Спецификация каждой из областей использования определяет свое собственное представление множества данных, на которые должна быть направлена защита. При этом соответствующие списки видов данных являются предметно-зависимыми, оперируют различными понятиями и не могут быть легко объединены, а также корректно сравниваться между собой. В рамках абстрактной модели ВС предлагается обобщенное представление таких видов данных, универсальное для всех трех рассматриваемых областей использования и способное их описывать должным образом. Такая унифицированная классификация базируется на серии признаков, в соответствии с каждым из которых происходит разбиение исходного множества данных. Элементы

такого разбиения, в частности, будут являться единицами моделирования и анализа в рамках процесса построения ВС.

Анализ данных для каждой области использования включает определение того, в какую группу попадают данные по каждому рассматриваемому признаку. В частности, рассматривается набор следующих признаков: тип хранения данных; вид источника данных; местоположение обработки данных; особенности коммуникационных каналов, по которым данные передаются; характер данных.

Для каждого признака формируется набор возможных значений, в частности, возможными источниками данных являются:

- данные от сенсоров (так называемые, первичные данные, например, показания счетчика для устройства измерения и контроля расхода электроэнергии потребителями);
- данные, которые были сформированы на устройстве во время его работы (например, обработанные на устройстве показания счетчика и данные мониторинга);
- данные, собираемые на устройстве в результате получения и интеграции данных от нескольких других источников (например, данные, проходящие через промежуточные узлы сети, в которой функционирует устройство);
- данные, формируемые центральными сетевыми сущностями (например, политики управления системой, формируемые и/или применяемые оператором сети).
- данные, вводимые в систему пользователями устройства (например, данные аутентификации);
- данные, вводимые в систему другими субъектами действия, в том числе администраторами (например, при помощи прямого подключения к устройству в рамках режима администрирования), техническими инженерами, производителем.

Анализ данных можно представить как сопоставление каждому виду данных пары целых чисел (m, n) , где m – номер соответствующего признака, n – номер соответствующего значения. Вообще говоря, на различных стадиях своего жизненного цикла данные могут попадать в различные группы по некоторому признаку. Поэтому в зависимости от того, на какой стадии цикла такие данные рассматриваются, их следует классифицировать по-разному.

На основе свойств безопасности ВС, а также операционных свойств, критериев оценки и классификации объектов защиты предполагается формирование требований к безопасности, ресурсопотреблению, энергоэффективности и иных требований для конкретных видов встроенных систем. Данные требования используются как на стадии формирования системы защиты ВС для выведения наиболее эффективных конфигураций защиты, так и на стадии тестирования.

Тестирование ВС включает как проверку спецификации ВС на предмет наличия потенциальных уязвимостей, которые могут быть использованы нарушителем с целью компрометации работы ВС, так и проверку выполнимости заявленных требований на функционирующей ВС.

3. Выбор компонентов защиты

Стадия выбора компонентов защиты в общем случае охватывает набор механизмов поиска наиболее эффективной комбинации отдельных компонентов защиты, каждый из которых направлен на реализацию одного из требований к ВС. Так, пример требования к ВС является необходимость целостности данных, поступающих от сенсоров встроенной системы к централизованной сетевой сущности, которая их обрабатывает.

В зависимости от типа встроенной системы разработчиками ВС задается определенный набор общих требований к ВС, включающий требования к безопасности ВС. Предлагаемый подход обуславливает способ построения защищенных ВС на основе комбинирования отдельных компонентов защиты. Такое комбинирование осуществляется путем постановки решения многокритериальной оптимизационной задачи, причем выбор нужных компонентов защиты производится с учетом значений показателей ресурсопотребления, степени предоставляемой защиты, энергопотребления, стоимости и других характеристик. Целью построения конфигурационной модели является получение возможности нахождения такой комбинации компонентов защиты, при которой, во-первых, реализуются все необходимые требования к ВС, и, во-вторых, найденная комбинация является наиболее эффективной. Эффективность определяется индивидуально для каждого типа встроенных систем и представляет собой требование оптимальности того или иного набора показателей ВС.

Одним из механизмов, направленных на осуществление выбора эффективной конфигурации ВС, который используется в работе – является SeMF (Security Modeling Framework) [3,4]. Данный формализм базируется на языке множеств и предикатов и позволяет задавать высокоуровневые требования к безопасности систем и путем применения методов логического вывода осуществлять выведение специфичных, низкоуровневых целей, которые в свою очередь могут быть транслированы в конкретные сценарии действий, выполняемые в рамках ВС [3,4].

4. Тестирование безопасности ВС

Задача тестирования включает разработку среды автоматизированного тестирования ВС на предмет наличия тех или иных уязвимостей системы [2]. Рассматриваются два подхода к

тестированию – статический и динамический. Статическое тестирование осуществляется на основе анализа детализированной абстрактной модели, представляющей спецификацию ВС, и модели нарушителя. Оно сводится к поиску возможных, «потенциальных» уязвимостей ВС. Построенная модель нарушителя базируется на двух известных типах классификации нарушителя ВС (по типу взаимодействия со встроенным устройством и по уровню возможностей нарушителя [5,9]) и служит для анализа возможных атак для каждого элемента классификаций. Статическое тестирование проходит по большей части в автоматическом режиме и используется для реализации следующих процессов:

- построения списка потенциально возможных атак;
- проведения тестов, которые невозможно выполнить автоматически, например, проверки уровня криптографической стойкости используемых шифров;
- проверки соответствия ВС требованиям спецификации и наличия защиты электронных компонентов;
- подготовки исходных данных для построения тестовых векторов и случайного тестирования.

Для этого используются следующие данные: описание используемых протоколов, описания интерфейсов, описания сенсоров, допустимые значения входных данных.

Динамическое тестирование проводится на основе эмуляции встроенной системы (Model-based testing) или на реальной ВС. Такое тестирование проводится в режиме «challenge-response», при котором проверяется реакция системы на заранее сформированные тестовые векторы. В целом процесс динамического тестирования может проходить только в полуавтоматическом режиме, поскольку реакцию ВС на случайные тестовые вектора не всегда возможно заранее предсказать. Динамическое тестирование применяется для проверки правильности реализации функций безопасности, принципов и механизмов защиты, заявленных в спецификации ВС («функциональное тестирование безопасности»). Для этого проводятся следующие виды тестов:

- автоматизированные тесты, включающие проведение конечного набора заранее формируемых разрешенных и неразрешенных сценариев и отдельных операций (в том числе эмуляции действий субъектов и объектов системы);
- частично автоматизированные тесты, проверяющие поведение системы на некорректных (в том числе неожиданных и произвольных) и граничных значениях входных данных;
- тестирование производительности, в том числе:
- нагрузочное тестирование (load testing) – вычисление времени отклика и других показателей в ответ на внешний запрос к ВС;
- стресс-тестирование (stress testing) – определение устойчивости ВС, позволяющее тестировать функции системы при большой нагрузке на систему, например, при проведении DDoS-атаки на ВС.

В настоящее время ведется работа по применению разработанной модели нарушителя для тестирования встроенных систем, осуществляющих взаимодействие на базе протоколов TCP/IP. Рассматриваются варианты тестирования как в рамках статического, так и динамического подходов.

5. Модель нарушителя

Использование модели нарушителя в процесс тестирования ВС необходимо для формализации списка возможных нарушителей и для повышения уровня автоматизации процесса тестирования. В рамках проекта SecFutur модель нарушителя для встроенной системы используется для: автоматизации проверки абстрактной модели ВС на наличие потенциальных уязвимостей; автоматизации построения списка тестов для физической проверки ВС; построения списка необходимых блоков защиты; для определения необходимого уровня защищенности от нарушителей различных типов и уровней. Таким образом, использование модели нарушителя необходимо как на статической, так и на динамической стадии тестирования.

В предлагаемом подходе модель нарушителя представляет собой классификацию нарушителей по двум аспектам:

- типу взаимодействия со встроенным устройством;
- уровню возможностей нарушителя.

Недостатком текущего состояния модели нарушителя является отсутствие в ней классификации нарушителей по уровню доступа к администрированию ВС. Так, например, если пользователь имеет права администратора системы, то он может умышленно или нет нарушить политику безопасности системы.

Рассмотрим следующую классификацию нарушителей по типу взаимодействия со встроенным устройством [9]:

Тип 1. Взаимодействует с ВС через сеть Интернет (существует только при наличии соединения ВС с сетью Интернет, в случае же отсутствия подключения – нарушителей типа 1 не существует);

Тип 2. Находится в непосредственной близости от ВС, но не имеет физического доступа к ней;

Тип 3. Имеет физический доступ к ВС, но нет возможности доступа к встроенным в нее электронным компонентам;

Тип 4. Имеет полный доступ к ВС и к ее электронным компонентам.

Данная классификация определяет тип доступа нарушителя к встроенной системе на физическом или удаленном уровне. Эта классификация является иерархической, т.е. каждый следующий тип взаимодействия с ВС включает в себя функциональные возможности предыдущего.

Рассмотрим также классификация нарушителей по уровню их возможностей, причем сложность атак, доступных нарушителям можно разделить на три уровня по требуемым ресурсам [1]:

Уровень 1. У нарушителя нет полного знания о системе, и есть доступ только к общедоступному оборудованию. Приоритет использования существующих уязвимостей, новые почти не создаются.

Уровень 2. У нарушителя есть информация о конкретной системе, и есть доступ к средне-сложному оборудованию.

Уровень 3. Нарушитель представляет собой организацию, у которой есть доступ к лабораторному оборудованию любой сложности и которая может создавать группы нарушителей уровня 2.

Теперь для каждого типа нарушителя и каждого уровня произведем анализ возможных действий, которые он может совершать при взаимодействии с ВС.

5.1. *Нарушители типа 1*

Для нарушителей типа 1 встроенная система представляет собой некоторый хост (IP-адрес) в сети. Если встроенная система не имеет выхода в сеть, то нарушителей типа 1 не существует.

Основными угрозами нарушителей типа 1 являются:

- перехват сообщений от ВС в TCP/IP трафике;
- модификация сообщений от ВС (атаки типа «человек посередине») в TCP/IP трафике;
- подделка сообщений от ВС (атаки типа «replay attack» и пр.) в TCP/IP трафике;
- классические сетевые атаки (DDoS, TCP SYN Flood);
- использование уязвимостей ВС (некорректные пакеты, переполнение буфера);
- замена программного обеспечения установленного на ВС, через систему обновления;
- атаки на систему аутентификации пользователей;
- криптографический анализ зашифрованных сообщений.

В процессе реализации угроз нарушители могут использовать следующие ресурсы: нарушители первого уровня ограничивается использованием стандартных программных средств, таких как Nessus, Nmap и пр., и по на основе собранных данных используются «эксплоиты» [2,9] из открытых баз; нарушители второго уровня, на основании известной им информации могут разрабатывать собственные эксплоиты для конкретной встроенной системы; нарушители третьего уровня, могут организовывать распределенные атаки и осуществлять криптографический анализ используемых встроенной системой протоколов. Для защиты от данных угроз могут использоваться механизмы сокрытия передаваемой по сети информации (в том числе, криптографические); механизмы аутентификации пользователей. В частности, для противодействия нарушителям типа 1 должна применяться следующая защита:

- использование защищенных криптографических протоколов и технологий (например, VPN, SSH) для взаимодействия с другими сетевыми объектами;
- использование своих защищенных протоколов для взаимодействия с внешними устройствами (модулями сбора информации, сенсорами);
- регулярная смена ключей шифрования, для противодействия криптографическому анализу;
- использование криптографически стойких шифров;
- использование цифровой подписи с меткой времени (timestamp) для защиты от модификации и подмены сообщений;
- защита от классических сетевых атак;
- надежная система аутентификации пользователей;
- надежная система обновления программного обеспечения;
- защита от некорректных входных данных, которые могут вызвать сбои в работе ВС.

5.2. *Нарушители типа 2*

Для нарушителей типа 2, встроенная система представляет собой реальный объект, физический доступ к которому запрещен или сильно ограничен. Для проведения большинства атак нарушителям требуется наличие открытых радио-интерфейсов на встроенной системе, таких как порты Bluetooth, IR и пр.

Среди основных угроз, реализуемых нарушителями типа 2, стоит отметить:

- удаленный съем информации (Side-channel атаки) по следующим параметрам:
 - электромагнитные излучения (electromagnetic radiation);
 - световые характеристики (например, мигание диодов);
 - временные характеристики (device timing).
- перехват сообщений от ВС в Bluetooth, Wi-Fi, InfraRed и прочих видах беспроводных соединений;
- модификация сообщений от ВС (атаки типа «человек посередине») в Bluetooth, Wi-Fi, InfraRed и прочих видах удаленных соединений;

- подделка сообщений от ВС (атаки типа «replay attack» и пр.) в Bluetooth, Wi-Fi, InfraRed и прочих видах удаленных соединений;
- атаки через данные, поступающие от сенсоров ВС (для реализации атак используются сенсоры, к которым возможен удаленный доступ, например, воздействие лазером на светочувствительный сенсор);
- атаки на интерфейсы ВС, к которым возможен удаленный доступ через Bluetooth, Wi-Fi, InfraRed и пр.;
- удаленные атаки устройства через прямое воздействие на аппаратную часть (например, Radiofrequency attack);
- криптографический зашифрованных сообщений.

В соответствии с классификацией нарушителей по доступным ресурсам, нарушители первого уровня практически не имеют возможности осуществлять атаки, так как не обладают необходимыми знаниями и техническими возможностями. Нарушители второго уровня могут использовать собственные радио-модули с программным обеспечением собственной разработки. У нарушителей третьего уровня есть возможность проводить все атаки перечисленные для нарушителей второго уровня. Для защиты от данных угроз могут использоваться протоколы обеспечения безопасности информации, передаваемой при взаимодействии с другими устройствами; механизмы, реализующие контроль данных, поступающих в компоненты устройства от сенсоров; механизмы контроля целостности (программного обеспечения, конфигурационных параметров и т.п.). В частности, для противодействия нарушителям типа 2 должна применяться следующая защита:

- использование защищенных криптографических протоколов и технологий (например, VPN, SSH) для взаимодействия с другими сетевыми объектами;
- использование своих защищенных протоколов для взаимодействия с внешними устройствами (модулями сбора информации, сенсорами);
- регулярная смена ключей шифрования, для противодействия криптографическому анализу;
- использование криптографически стойких шифров;
- использование цифровой подписи с меткой времени (timestamp) для защиты от модификации и подмены сообщений;
- защита от некорректных входных данных от сенсоров, которые могут вызвать сбой в работе ВС;
- защита от некорректных входных данных, поступающих на интерфейсы ВС, которые могут вызвать сбой в работе ВС;
- надежная аутентификация пользователей на интерфейсах ВС, к которым возможен удаленный доступ;
- экранирование блоков выполняющих критические операции и использование запутывающих алгоритмов для защиты от Side-channel атак;
- защита от атак на интерфейсы ВС, к которым возможен удаленный доступ через Bluetooth, Wi-Fi, InfraRed и пр.

5.3. Нарушители типа 3

Для нарушителя типа 3, встроенная система представляет собой черный ящик, к которому возможен неограниченный физический доступ. Так же нарушители этой группы могут напрямую подключаться ко всем открытым интерфейсам системы.

Возможности нарушителей типа 3 включают возможности нарушителей типа 2 и расширяются за счет их способности создать полностью контролируемую ими среду для исследования различных характеристик устройства (в том числе, энергопотребление, производительность и т.д.). В процессе реализации угроз нарушители типа 1 могут использовать известные уязвимости при легальном подключении персонального компьютера к встроенной системе. Нарушители типа 2 могут использовать свое оборудование для подключения к встроенной системе. Нарушители типа 3 могут реализовывать любые атаки, включая помещение встроенной системы в полностью контролируемую среду. Основные механизмы защиты от действий нарушителей данной группы совпадают с механизмами противодействия нарушителям типа 2.

5.4. Нарушители типа 4

Для нарушителя типа 4, встроенная система представляет собой набор отдельных микросхем, причем нарушитель имеет неограниченные возможности по внесению изменений в схему системы.

Нарушители типа 4 могут реализовывать следующие угрозы:

- считывание и модификация данных, расположенных в электронных компонентах устройства (в том числе, используемые ключи шифрования);
- удаление, внесение новых или модификация существующих электронных компонентов из состава устройства.

В соответствии с классификацией нарушителей по доступным ресурсам, нарушители уровней 1 и 2 практически не имеют возможности осуществлять атаки, так как не обладают необходимыми знаниями и техническими возможностями. Нарушители третьего уровня могут реализовывать любые

из перечисленных угроз. Для защиты от данных угроз должны использоваться механизмы контроля целостности и шифрования, для чего обычно используются криптографические процессоры. В частности, для противодействия нарушителям типа 3 должна применяться следующая защита:

- проверка целостности программного обеспечения установленного на ВС;
- криптографическая защита хранилищ данных на ВС;
- шифрование потоков данных между компонентами ВС;
- система цифровых подписей в потоках данных между компонентами ВС.

Заключение

Рассматриваемые в работе задачи являются составными элементами унифицированного процесса построения безопасных встроенных систем. Абстрактная модель отражает основные аспекты безопасности, присущие широкому кругу ВС, и предоставляет средства для описания свойств ВС. Важнейшей частью модели является дерево свойств ВС, которое, во-первых, предоставляет систематизированное представление свойств безопасности и операционных свойств ВС, которые должны учитываться разработчиком в процессе построения встроенных систем, и, во-вторых, служит основой для решения таких задач, как задача тестирования ВС, построение конфигурационной модели ВС, анализ потоков информации и другие. Задача построения среды автоматизированного тестирования ВС включает построение модели нарушителя, позволяющей сформировать систему тестов, каждый из которых ориентирован на проверку выполнимости того или иного требования к безопасности и ограничений, задаваемых для каждой категории нарушителя. Конфигурационная модель позволяет разработчику ВС осуществлять выбор наиболее эффективной комбинации программных и аппаратных компонентов защиты для реализации заявленных в рамках спецификации системы свойств ВС, путем решения многокритериальной оптимизационной задачи.

В качестве направлений будущих исследований предполагается, в частности, детализация абстрактной модели, построение программного комплекса, реализующего механизм поиска оптимальной конфигурации защиты ВС и анализ потоков информации встроенных систем.

Статья выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-01-00826), программы фундаментальных исследований ОНИТ РАН (проект № 3.2), проектов Евросоюза SecFutur и Massif, а также в рамках других проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abraham D.G., Dolan G.M., Double G.P., Stevens J.V. Transaction security system // IBM Systems Journal, 30(2). 1991
2. Abrams M.D. FAA System Security Testing and Evaluation // MITRE Technical Report 02W0000059, The MITRE Corporation, McLean, VA, May 2003.
3. Fuchs A., Gürgens S., Rudolph C. A Formal Notion of Trust - Enabling Reasoning about Security Properties // In Proceedings of ECCV (6)'2010, pp.200 – 215, 2010.
4. Fuchs A., Gürgens S., Rudolph C. Towards a Generic Process for Security Pattern Integration // dexa, pp.171 – 175, 2009 20th International Workshop on Database and Expert Systems Application, 2009.
5. Grand J. Practical Secure Hardware Design for Embedded Systems // Proceedings of the 2004 Embedded Systems Conference, San Francisco, California, April 1, 2004.
6. Kocher P., Lee R., McGraw G., Ravi S. Security as a new dimension in embedded system design // DAC '04 – Proceedings of the 41st Design Automation Conference. 2004.
7. Koopman P. Embedded System Security // IEEE Computer, July 2004.
8. Ovaska E., Balogh A., Campos S., Noguero A., Pataricza A., Tiensyrjä K. Model and Quality Driven Embedded Systems Engineering // Technical Research Centre of Finland, 2009.
9. Rae A. J., Wildman L.P. A Taxonomy of Attacks on Secure Devices // Department of Information Technology and Electrical Engineering, University of Queensland, Australia, 2003.
10. SecFutur "Design of Secure and energy-efficient embedded systems for Future internet applications" FP7 Project Web site, <http://www.secfutur.eu>.

Котенко И.В., Коновалов А.М., Шоров А.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОТ БОТ-СЕТЕЙ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

Статья посвящена моделированию бот-сетей и механизмов защиты от них. Сегодня бот-сети являются одной из острых проблем компьютерной безопасности. Для эффективного противодействия бот-сетям необходимо исследовать различные этапы их жизненного цикла, а также механизмы защиты позволяющие сдерживать бот-сети в процессе функционирования. Предлагается подход к моделированию бот-сетей и механизмов защиты от них с использованием парадигмы агентно-ориентированного моделирования.

Введение

Бот-сети позволяют злоумышленникам получать доступ к миллионам зараженных компьютеров пользователей, благодаря чему число киберпреступлений постоянно растет [3]. Современные бот-сети позволяют использовать их для различных целей. Например, кража персональных или любых других конфиденциальных данных (кража денег с электронных счетов, номеров кредитных карт, и т.д.), организация рассылки спама, принудительный показ рекламы, организация атак DDoS, использование вычислительной мощности инфицированных компьютеров в своих целях, компрометация легитимных пользователей, кибершантаж, обман систем отслеживания рейтинга.

Спектр атак, проводимых при помощи бот-сетей для реализации названных целей довольно обширен: от традиционных компьютерных атак до атак в сфере социальной инженерии [6].

Функционирование бот-сетей характеризуется одновременными действиями огромного количества бот-агентов в интересах злоумышленника [28]. Одним из важных аспектов использования бот-сетей является направленность реализации атак, как правило, на финансовый результат или политические цели, и, как следствие, высокий уровень подготовки таких атак. Это обуславливает значительные трудности в обнаружении и нейтрализации бот-сетей и выявлении их организаторов.

Все это говорит об актуальности исследования проблемы защиты от бот-сетей в сети Интернет. Одной из важнейших задач, выполнение которой необходимо для решения данной проблемы, является исследовательское моделирование бот-сетей и механизмов защиты от них с целью разработки эффективных методов и средств их обнаружения и противодействия бот-сетям.

В данной статье представляется подход к исследованию бот-сетей и механизмов защиты от них на основе агентно-ориентированной парадигмы. Первоначально данный подход был предложен для моделирования сетевых атак и механизмов защиты [23, 24, 25]. В настоящей статье в отличие от этих работ представлены результаты формализации и моделирования бот-сетей, а так же действий, направленных на их обнаружение и сдерживание, посредством представления бот-сетей и механизмов защиты от них в виде различных команд интеллектуальных агентов.

Статья включает следующие разделы. В первом разделе описываются релевантные работы и ключевые особенности предлагаемого подхода. Во втором разделе задается архитектура и реализация программной среды агентно-ориентированного моделирования бот-сетей и механизмов защиты. Конфигурация системы моделирования специфицируется в третьем разделе. Проведенные эксперименты характеризуются в четвертом разделе. В заключении делаются выводы и определяются направления дальнейших исследований.

1. Релевантные работы и сущность подхода к моделированию

Проводимые в настоящее время исследования бот-сетей и методов противодействия им можно разделить на две категории. В первую категорию входят исследования, непосредственно посвященные разработке методов выявления бот-сетей и методов противодействия им, во вторую – исследования, связанные с изучением бот-сетей, в частности с выявлением и спецификацией их функций, а также измерением параметров их функционирования [1, 27].

Например, выявление бот-сетей может основываться на распознавании коллективных действий бот-узлов в сети [15, 16, 21], определении сигнатур коммуникационного трафика, инициируемого ботами [2, 12], и обнаружении соответствующих типов атак, проводимых бот-сетями [5, 32, 33].

Работы, направленные на исследование параметров бот-сетей, позволяют, например, лучше понять бот-сеть как явление, наблюдаемое в современном Интернете, а так же определить параметры конкретных типов бот-сетей [1]. Примерами работ, посвященных изучению параметров и измерению бот-сетей, являются работы [9, 13, 20].

К одному из наиболее опасных классов атак, которые являются основным атакующим средством при использовании бот-сетей и анализируются в настоящей статье, относятся атаки «распределенный отказ в обслуживании» (DDoS) [32]. Традиционные механизмы защиты от атак данного типа реализуются на основе последовательного выполнения двух процедур: процедуры распознавания атаки бот-сети и процедуры противодействия атакующим действиям бот-сети. Задача распознавания атаки бот-сети основывается на поиске аномалий сетевого трафика и может быть решена различными методами (например, статистическими методами, сигнатурным поиском, и т.п.).

Существует множество различных архитектур для построения кооперативных систем защиты от атак DDoS. В качестве примера можно назвать следующие архитектуры и реализующие их системы: Server Roaming, Market-based Service Quality Differentiation (MbSQD) [30], Transport-aware IP router architecture (tiP) [40], Secure Overlay Services (SOS) [22], ACC pushback, COSSACK [35], Perimeter-based DDoS defense [5], DefCOM [33], Gateway-based [41]. Этот список далеко не полный.

Разрабатываемый подход к моделированию бот-сетей базируется на работах в различных областях. Основой предлагаемого подхода является агентно-ориентированное моделирование – вид имитационного моделирования, суть которого заключается в представлении сущностей предметной области в виде отдельных автономных интеллектуальных агентов. Множество интеллектуальных агентов, имея простые собственные функции, в процессе функционирования могут включаться (или самоорганизовываться) в системы с существенно более сложным поведением.

Данная область знаний представлена широким спектром работ различных исследователей, среди которых следует выделить теоретические подходы – теорию разделяемых планов [14], теорию совместных намерений [8], гибридный подход [37], а так же ряд программных реализаций сред многоагентного моделирования [29, 31], подходы к оптимизации функционирования команд агентов [38].

Примеры механизмов кооперативного взаимодействия агентов представлены в работе [19]. Основная цель этих подходов состоит в обеспечении оптимального взаимодействия неоднородных компонент для достижения некоторой высокоуровневой цели. Предложенные методы, модели и инструменты находят приложение в различных предметных областях [17, 18, 38].

Свойство самоорганизации множества агентов в команды делает целесообразным их использование в задачах, связанных с кооперативными играми [36]. Агенты могут получать информацию о состоянии других агентов, а так же о состоянии факторов внешней среды. На основе этих данных, а так же на основании прошлого опыта и своей функциональной роли, агенты принимают решение относительно своего последующего поведения.

Представляется удобным моделировать жизненный цикл бот-сети, а так же антагонистический, по отношению к нему, процесс сдерживания ее развития, реализуемый на основе применения механизмов защиты от воздействия бот-сети. Аналогично структуре бот-сети, структура механизмов защиты реализуется так же в виде некоторой подсети узлов (хостов) защиты. Обе подсети являются частью общей вычислительной сети, имитирующей поведение некоторого сегмента глобальной вычислительной сети Интернет.

Далее представим модель топологии глобальной вычислительной сети в виде случайного графа, параметризованного статистическими данными, полученными в результате измерения параметров топологии сети Интернет [42]. Моделирование трафика осуществляется на уровне отдельных сетевых пакетов и реализуется посредством моделирования поведения сетевых приложений. Поведение сетевых приложений имеет стохастическую природу и задается рядом статистических параметров, значения которых были получены в результате исследования сетевых приложений сети Интернет. Процессы отправки, получения и прохождения сетевых пакетов по коммуникационным каналам осуществляются посредством системы моделирования дискретных событий.

Модель бот-сети базируется на результатах работ [1, 4, 7, 10, 32]. В частности, используется структура жизненного цикла бот-сети, выделены фазы ее функционирования, а так же технологические и организационные аспекты каждой фазы, рассматриваемые также в [4, 32].

Модели бот-сети и механизмов защиты от воздействия бот-сети в данной статье задаются в виде моделей противостояния двух команд: команды атаки и команды защиты. Каждая команда представляет собой некоторое подмножество узлов вычислительной сети, определенных в виде соответствующих агентов, и имеющих общую коллективную цель. Команда атаки представляется агентами, входящими в состав бот-сети и реализующими действия, направленные на реализацию коллективной цели – обеспечение жизнедеятельности бот-сети. Примером коллективной цели команды атаки является атака типа «распределённый отказ в обслуживании» некоторого заранее идентифицированного ресурса. Аналогичным образом, команда защиты формируется из агентов, выполняющих функции защиты и имеющих коллективную цель противодействовать процессу функционирования бот-сети.

Общая модель бот-сети и механизмов защиты задана в виде кортежа, включающего узлы (хосты) вычислительной сети, связи между узлами вычислительной сети, компонент описания сценариев функционирования бот-сети, механизмов защиты и вычислительной сети (сценарный компонент), а также компонент, описывающий наблюдателя (необходимого для получения результатов экспериментов и оценки эффективности функционирования бот-сети и механизмов защиты).

Сценарный компонент включает в себя сценарии функционирования бот-сети, сценарии сдерживания бот-сети и противодействия атакам, а так же сценарии легитимной деятельности вычислительной сети.

Каждый сценарий содержит следующие элементы: цель сценария; алгоритм достижения цели; узлы, участвующие в сценарии; множество включаемых в общий сценарий подсценариев.

Процесс детализации сценария можно итеративно продолжить. В этом случае каждый промежуточный сценарий, входящий в состав данного сценария, становится объектом последующей декомпозиции (например, сценарий «распространение» может состоять из сценариев «сканирование» и «инфицирование»).

Алгоритм достижения цели отображает цель сценария в последовательность подсценариев более низкого уровня. Этот алгоритм может оперировать объектами и сущностями, участвующими в процессе как непосредственно, так и посредством более низкоуровневых сценариев. Таким образом, отношения между сценариями различных уровней образуют древовидную структуру, что позволяет применять методы структурного анализа.

Сценарии функционирования бот-сети включают в себя сценарии распространения бот-сети, управления бот-сетью, реализации атак и сценарии, включающие процедуры, направленные на усиление защищенности бот-сети.

Сценарии сдерживания бот-сети и противодействия атакам содержат подсценарии противодействия распространению бот-сети, противодействия управлению бот-сетью и противодействия реализации атак. В каждом конкретном подсценарии выделяются процедуры общего и специализированного противодействия. Процедуры специализированного противодействия направлены на конкретные классы и экземпляры атак, реализуемых бот-сетью.

Сценарии легитимной деятельности сети предназначены для генерации паттернов легитимного трафика. В настоящей работе используется подход, предложенный в [39], основанный на генерации модельного трафика со статистическими параметрами, подобными параметрам трафика реальной сети.

2. Среда моделирования

Чтобы реализовать предложенный подход, необходимо использовать специальную программную среду в качестве основного инструмента исследования. Среда должна обладать широким спектром возможностей по поддержке различных аспектов имитационного моделирования сетевых процессов. В первую очередь требуется возможность моделирования сетевых систем с произвольной топологией и процессов коммуникации между узлами на уровне дискретных событий. Для моделирования реальных коммуникационных сценариев, наблюдаемых в сети Интернет, необходимо наличие моделей протоколов и моделей сетевых приложений.

Задание логики индивидуального и группового поведения агентов, а так же параметров экспериментов предполагает наличие высокоуровневого языка, позволяющего описывать поведенческие сценарии моделируемых сущностей, а так же параметры экспериментов.

Авторами настоящей работы используется и разрабатывается многоуровневая инструментальная среда имитационного моделирования сетевых процессов для приложений в области защиты информации. Среда представляет собой программный комплекс, включающий в качестве нижнего уровня систему моделирования дискретных событий, реализованный на языке низкого уровня, а так же ряд компонентов, реализующих сущности более высокого уровня.

С использованием системы имитационного моделирования OMNeT++ [34], библиотек INET Framework [34], ReaSE [11], а так же собственных программных компонент [23, 24, 25], предлагаемая архитектура была реализована для многоагентного моделирования бот-сетей, атак «распределённый отказ в обслуживании» (DDoS) и механизмов защиты от воздействия бот-сети в виде модели противоборства команд интеллектуальных агентов.

Система OMNeT++ представляет собой систему моделирования дискретных событий и в предлагаемой модели является компонентом нижнего уровня. OMNeT++ обеспечивает процессы обмена сообщениями между компонентами модели, визуализацию хода эксперимента, взаимодействие модели с пользователем, а так же предоставляет отладчик моделей, позволяющий в наглядной форме отслеживать состояния объектов и последовательности модельных событий, что полезно при выявлении и устранении ошибок в процессе построения модели. Дополнительно OMNeT++ предоставляет специальный язык для описания связей между компонентами модели, тем самым, специфицируя сетевую топологию, а так же позволяет определять параметры экспериментов. Структура отдельных участников обмена сообщениями задается в виде классов C++. Логика обработки сообщений конкретными участниками определяется алгоритмами, реализованными в методах классов C++.

Пример представления пользовательского интерфейса среды моделирования в процессе проведения эксперимента показан на рисунке 1.

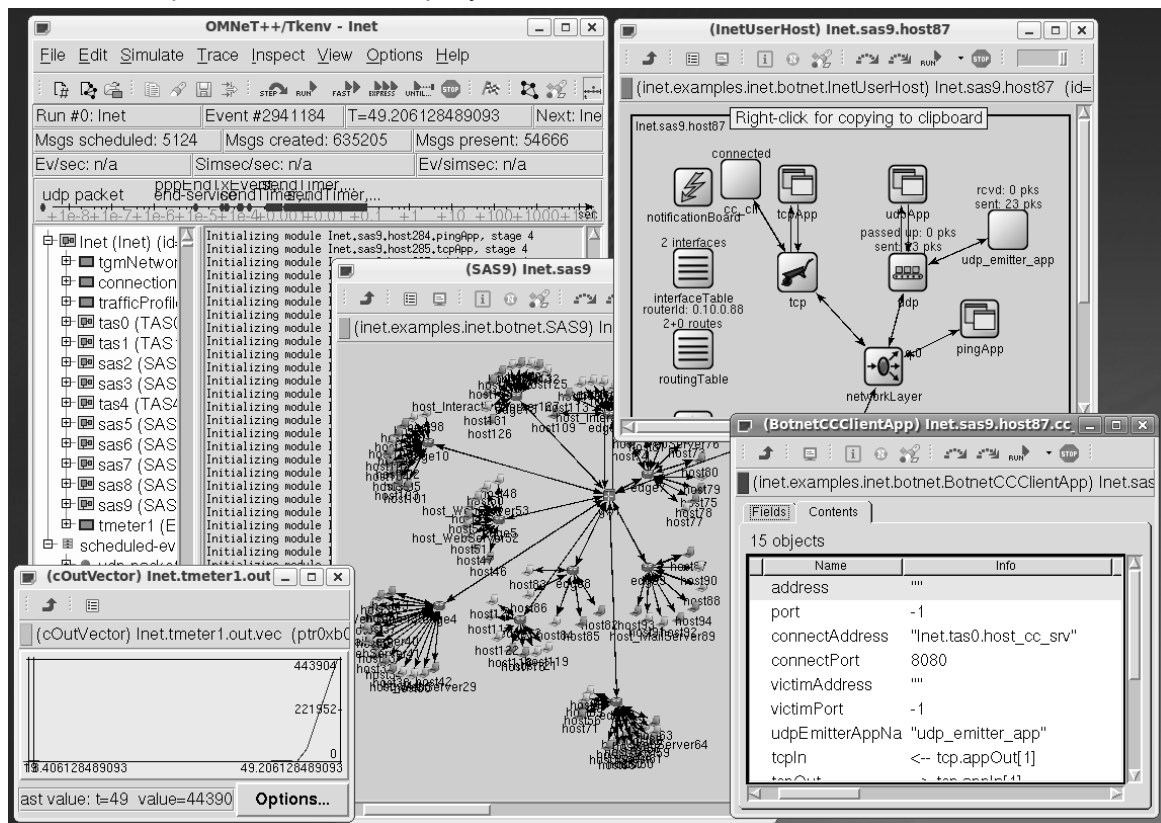


Рис. 1. Пользовательский интерфейс среды моделирования

На рисунке в левом верхнем углу можно видеть главную панель, отображающую компоненты, входящие в состав общей модели, и элементы управления, позволяющие пользователю взаимодействовать с ними. Дополнительно на главной панели присутствуют элементы управления модельным временем, которые позволяют, например, выполнять модель пошагово или в максимально быстром режиме. Также присутствуют элементы управления, позволяющие осуществлять эффективный поиск интересующей сущности и последующее редактирование ее состояния. На рисунке представлен фрагмент моделируемой сети, где модели маршрутизаторов показаны в виде цилиндров со стрелками, а модели хостов – в виде компьютеров. В качестве примера на рисунке показаны также окно представления одного из хостов (справа вверху), окно редактирования параметров объекта «бот-клиент» (справа внизу), и приведены текущие результаты эксперимента в виде графика (снизу слева), отображающие значение одного из исследуемых параметров.

3. Конфигурация системы моделирования и реализация сценариев функционирования бот-сети и выполнения механизмов защиты

Перед описанием результатов проведенных экспериментов представим основные параметры конфигурации системы моделирования, специфицирующие топологию и конфигурацию сети, состав и функции команд атаки, легитимных хостов и команд защиты, а также реализацию базовых сценариев поведения.

3.1. Топология и конфигурация сети

В настоящей работе моделирование функционирования бот-сети и выполнения механизмов защиты исследовалось на базе использования двух вычислительных сетей: (1) небольшой локальной сети (в целях тестирования базовых сценариев); (2) сети, задающей достаточно представительный фрагмент сети Интернет.

3.1.1. Небольшая локальная сеть

В первом случае конфигурация локальной сети состоит из 67 хостов, которые включают 47 клиентских машин, четыре веб-сервера, один почтовый сервер, один сервер потокового видео-контента, один «командный центр» и один хост – «инициатор команд».

Все хосты объединены с помощью маршрутизаторов. Всего в сети восемь маршрутизаторов, из них семь служат для объединения узлов в кластеры, и один главный маршрутизатор, к которому подключены остальные маршрутизаторы.

Непосредственно после запуска модели в системе моделирования, осуществляется процесс автоматического конфигурирования узлов сети. Данный процесс включает: распределение IP-адресов на множестве узлов; расчет возможных маршрутов пакетов и инициализацию таблиц маршрутизации узлов; инициализацию моделей протоколов и моделей сетевых программных компонент, относящихся к соответствующим узлам.

В модели сети предполагается наличие некоторого количества хостов, содержащих уязвимости и таким образом подверженных атакам со стороны сетевых червей. Количество уязвимых хостов определяется в виде вероятности присутствия уязвимости на одиночном узле. В рассматриваемых экспериментах данная вероятность определена как 50%.

3.1.2. Сеть, задающая фрагмент сети Интернет

Топология сети, задающей фрагмент сети Интернет, моделируется на двух этапах и двух соответствующих уровнях детализации.

На первом этапе моделируется топология сети на уровне автономных систем (АС). Рядом авторов для моделирования вычислительной сети Интернет на уровне автономных систем рекомендуется метод положительной обратной связи (PFP, positive-feedback preference) [42], как метод, максимально правдоподобно отражающий статистические свойства топологий сегментов реального интернета.

В настоящей работе моделировались сети из 5–10 автономных систем (AS-level topology). При генерации графа уровня автономных систем использовались следующие параметры: порог для отнесения узлов АС к транзитным (Transit Node Threshold=10); количество связей новых узлов ($P=0.4$); уровень ассортативности генерируемой сети, характеризующий степень предпочтения узлов в зависимости от их связности, при присоединении к сети нового узла ($\Delta=0.04$) [42]. Соединение транзитных АС осуществляется посредством канала связи с пропускной способностью $dr=10000$ Мбит/с и задержкой $d=1$ мкс. Соединения ограниченных АС осуществляются при $dr=5000$ Мбит/с и $d=1$ мкс.

На втором этапе моделирования, для каждой АС моделируется внутренняя топология (Router-level topology). В данной работе используется HOT-модель (HOT, Heuristically Optimal Topology) [26] со следующими параметрами: количество маршрутизаторов – 20–25; доля магистральных маршрутизаторов в общем количестве маршрутизаторов – 5%; количество хостов, приходящихся на маршрутизатор, – 20–25; уровень связности магистральных маршрутизаторов – 0.2.

В каждой автономной системе присутствует примерно 300 конечных узлов. Кроме хостов в сеть включены веб-сервера, почтовые сервера, сервера мультимедийного контента, сервер «командный центр», «хозяин», IP-фильтры. Определенное количество хостов содержат уязвимости. На каждый узел установлена модель стандартного стека протоколов, который включает протоколы PPP, LCP, IP, TCP, ICMP, ARP, UDP. Также в зависимости функциональной роли устанавливаются модели сетевых приложений, реализующих протоколы прикладного уровня. Для каждого протокола выполняется соответствующая настройка его параметров, например, для протокола IP производится настройка таблиц маршрутизации в соответствии с принципом минимизации количества промежуточных узлов на пути следования IP-пакета.

3.2. Конфигурация команды атаки

Команда атаки представлена узлами следующих типов: узел «хозяин», узел «командный центр», узел «цель», узлы «зомби». Узел «хозяин» посредством рассылки инструкций задает цели для бот-сети и контролирует поведение сети на самом высоком уровне. Узел «командный центр» осуществляет доставку инструкций, полученных от «хозяина» к узлам «зомби». Узлы «зомби», получая инструкции от «командного центра», непосредственно осуществляют действия, согласно приказам «хозяина». В проведенных экспериментах определялся один узел «хозяин», один или несколько узлов «командный центр» и множество узлов с уязвимым программным обеспечением, которые потенциально могут превратиться в «зомби»–машины.

3.3. Конфигурация легитимных хостов

Для генерации легитимного трафика задавалось множество узлов – «сервер», в количестве 10% от общего количества конечных узлов. Узлы – «серверы» в ответ на запрос со стороны клиента генерируют трафик статистически подобный трафику типового веб-сервера [11]. Уязвимые хосты определялись случайным образом и составляли около 40% от общего количества конечных узлов. Например, в ряде экспериментов уязвимый сервис основывался на протоколе UDP и использовался 80 или 8080 порт.

3.4. Конфигурация команд защиты

Команды защиты включают следующие общие классы агентов: первичной обработки информации («сенсор», «sensor»); вторичной обработки информации («сэмплер», «sampler»); обнаружения атаки («детектор», «detector»); фильтрации («фильтр», «filter»); «расследования» («investigator»); управления нагрузкой на коммуникационные каналы («ограничитель», «limiter»).

В начальный момент времени агенты защиты устанавливаются на соответствующие их ролям узлы: сенсор и сэмплер – на пути следования трафика для защищаемого узла; детектор – на любой узел в подсети защищаемого узла; фильтры – на входе в подсеть защищаемого узла; агент расследования – за пределами подсети защищаемого узла на любом доступном из Интернета узле.

Сенсор осуществляет сбор и предварительную обработку информации, он обрабатывает информацию о сетевых пакетах и собирает статистические данные по трафику для защищаемого узла. Сэмплер обрабатывает информацию о сетевых пакетах и на ее основе составляет модель нормального для данной сети трафика (в режиме обучения). Затем, в нормальном режиме, он анализирует сетевой трафик на соответствие модельному и выделяет IP-адреса нарушителей, которые затем отправляет детектору. Детектор на основе данных от сенсоров и сэмплеров принимает решение о наступлении атаки. Фильтр выполняет фильтрацию трафика на основе данных от детектора. Если в сообщении содержится решение о проведении атаки, то фильтр начинает отбрасывать пакеты от указанных узлов. Цель агента расследования – идентифицировать и вывести из строя агентов атаки. После приема сообщения от детектора он проверяет указанные адреса на наличие агентов команды атаки и пытается вывести идентифицированных агентов из строя. Ограничитель предназначен для реализации кооперативной защиты от атак DDoS. Его задачей является ограничение трафика в соответствии с целью команды защиты. Он уменьшает трафик к цели атаки и обеспечивает возможность другим агентам защиты противодействовать атаке более эффективно.

В качестве базового механизма защиты в экспериментах использовался метод Source IP address monitoring (SIPM), который, основывается на предположении, что в момент атаки DDoS в проходящем трафике лавинообразно возрастает число новых адресов, с которых идет обращение к атакуемому ресурсу. Модуль, реализующий механизм защиты, может находиться в одном из двух режимов: в режиме обучения или в режиме фильтрации. В режиме обучения модуль перехватывает трафик и определяет количество различных IP-адресов, участвующих в коммуникации за некоторый промежуток времени (параметр tshift). В настоящей работе используется значение tshift = 2с. Данные, полученные в процессе обучения, принимаются за типовые значения трафика в данном узле и в последующем используются в процессе детектирования аномалий. В режиме детектора аномалий модуль вычисляет те же параметры и сравнивает их с типовыми значениями. При существенном превышении наблюдаемых номинальных значений модуль генерирует сигнал об обнаружении аномалии и осуществляет выборочную фильтрацию пакетов с новыми адресами источников.

3.5. Реализация сценариев

Для выполнения экспериментов были реализованы отдельные сценарии S_B функционирования бот-сети (включая сценарии распространения бот-сети, управления бот-сетью и реализации атак), сценарии S_D сдерживания бот-сети и противодействия атакам, а так же сценарии S_N легитимной деятельности вычислительной сети.

Сценарии распространения бот-сети включают сценарии поиска новых узлов, пригодных к компрометации, их идентификации и последующей компрометации и подключения инфицированных узлов в бот-сеть.

Сценарий распространения бот-сети, использованный в экспериментах, основывается на модели распространения сетевого червя посредством эксплуатации уязвимостей сетевых служб. После активации «уязвимого» сервиса, компьютер считается зараженным.

Сценарий подключения узлов задается процедурой отправки сообщения о статусе нового узла на сервер «командный центр» с последующим ожиданием поступления инструкций со стороны сервера.

Одним из примеров реализованных сценариев атаки бот-сети является атака вида UDP Flood, проводимая по отношению к некоторому узлу (подсети), IP-адрес которого (которой) указан в составе инструкции начала атаки.

В настоящей работе реализовано несколько сценариев сдерживания бот-сети и противодействия атакам, направленных на защиту от атак DDoS: без кооперации; с кооперацией типа DefCOM; с кооперацией типа COSSACK и с полной кооперацией.

В сценарии защиты без кооперации используется только одна команда защиты. В этом случае команда может использовать следующие общие классы агентов: «сенсор», «сэмплер», «детектор», «фильтр», «расследования» и «ограничитель».

В остальных сценариях защиты используется несколько взаимодействующих команд агентов, которые защищают различные сегменты компьютерной сети.

В соответствии со сценарием защиты, базирующемся на основе схемы кооперации DefCOM [33], введены следующие классы агентов: «Alert generator», «Rate limiter» и «Classifier».

Агент «Alert generator» основан на агенте «детектор». Посредством данных, получаемых от агента «сэмплер», он определяет множество IP-адресов узлов, которые генерируют наибольший трафик. В случае, если наблюдаемый трафик превысит заданное пороговое значение, агент генерирует сигнал тревоги, предназначенный для других агентов команды защиты.

Агент «Rate limiter» соответствует агенту «ограничитель». Он отбрасывает сетевые пакеты, имеющие в качестве адреса назначения адрес узла – цели атаки. Тем самым, этот агент ограничивает максимальное значение трафика в канале.

Агент «Classifier» базируется на агенте «фильтр». Этот агент на основе информации, полученной от агента «Alert generator», выделяет и отбрасывает вредоносные пакеты в общем потоке данных, а так же отмечает легитимные пакеты, тем самым, предписывая агенту «Rate limiter» не задерживать их.

Когда агент «Alert generator» обнаруживает атаку, он посылает сообщения об атаке другим агентам. Затем агенты «Rate limiter» начинают ограничивать трафик, направленный на цель атаки. После этого агенты «Classifier» классифицируют и отбрасывают пакеты атаки и отмечают легитимные пакеты.

Сценарий защиты на основе схемы кооперации COSSACK [35] включает следующие классы агентов: «snort», «watchdog» и «фильтр».

Агент «snort» вычисляет статистические характеристики передаваемых пакетов для различных потоков трафика. Потоки группируются на основе префикса сетевого адреса. Когда трафик какого-либо потока превышает пороговое значение, его сигнатура передается агенту «watchdog». Агент «watchdog» получает данные о трафике от агента «snort» и на их основе применяет правила фильтрации трафика на маршрутизаторах. Агент «snort» может находиться в одном из двух режимов: в режиме обучения и в активном режиме. В режиме обучения агент собирает статистическую информацию относительно легитимного трафика, на основе которой строит его модель. Затем, в активном режиме, агент сравнивает текущие параметры трафика с параметрами, получаемыми из модели, и определяет IP-адреса источников аномального трафика. Выявленные IP-адреса агент «snort» отправляет агенту «watchdog», основанному на агенте «детектор». Агент «watchdog» на основе данных, получаемых от агента «snort», принимает решение относительно наличия атаки. Агент «фильтр» используется для моделирования выполнения фильтрации трафика на маршрутизаторе. Этот агент расположен на маршрутизаторе и для фильтрации трафика использует данные, получаемые от агента «watchdog».

Кооперация на уровне агентов «watchdog» используется для обмена информацией о правилах фильтрации как агентам из других команд, так и агентам фильтрации своей команды, расположенным на маршрутизаторах.

Сценарий полной кооперации определяется следующими классами агентов защиты: «сенсор», «сэмплер», «детектор», «фильтр» и «агент расследования». При данном сценарии агенты защиты

атакуемой подсети могут свободно получать информацию от агентов защиты из других подсетей (других команд защиты) и управлять механизмами фильтрации на узлах других подсетей.

Алгоритмы реализации сценария легитимной деятельности вычислительной сети основаны на генерации трафика со статистическими параметрами, подобными параметрам трафика реальной сети [39]. Они выполняются посредством подсценария создания сессии с использованием параметров, зависящих от типа генерируемого трафика.

4. Эксперименты

Результаты сценариев распространения бот-сети и защиты от распространения оценивались по количеству зараженных (скомпрометированных) узлов за заданное время, а также по количеству ошибок первого и второго рода (оценки False Positive (FP) и False Negative (FN)), характеризующих обнаружение сканирующих хостов-зомби.

Для оценки эффективности сценариев управления бот-сетью и противодействия управлению бот-сетью определялось количество ошибок первого и второго рода, характеризующих обнаружение хостов-зомби, входящих в бот-сеть.

Оценка эффективности сценариев реализации атак и сценариев защиты от атак проводилась по двум классам параметров: количеству входящих пакетов, принадлежащих атакующему трафику, до и после фильтрации, выполняемой командами, защищающими атакуемую сеть (узел); количеству ошибок первого и второго рода, характеризующих обнаружение атак, реализуемых командами агентов защиты. При использовании сценария сдерживания бот-сети и противодействия атакам, система защиты пытается отделить вредоносный трафик от легитимного трафика, и, по возможности, отфильтровать вредоносный трафик.

4.1. Примеры экспериментов по исследованию функционирования бот-сети и выполнения механизмов защиты в небольшой локальной сети

Процесс формирования бот-сети осуществляется посредством модели распространения сетевого червя. В экспериментах моделировалась две архитектуры управления бот-сетью: централизованная (с одним «командным центром») и частично централизованная («с несколькими командными центрами»).

По сценарию часть узлов в локальной сети имеют уязвимость, которую может эксплуатировать моделируемый сетевой червь. Реализованная модель распространения сетевого червя характеризуется следующими параметрами: тип соединения – TCP; частота генерации пакетов (соединений) генерируемых в секунду – 6, 30, 60, 100 пакетов в секунду; сетевой порт, с которого отсылаются пакеты – 8080; сетевой порт, на который отсылаются пакеты – 8080; методика сканирования – случайное сканирование; размер пакета – 404 байт; количество попыток установления соединения – 100. Основной изменяемой характеристикой моделируемого червя является скорость сканирования.

Первоначальным источником распространения червя является хост «командный центр». После заражения уязвимый компьютер сам становится источником заражения.

Сразу после заражения хост осуществляет попытку подключения к серверу – «командному центру», адрес которого содержится в теле червя. Если данная попытка проходит успешно, хост становится управляемым со стороны командного центра и, таким образом, включается в бот-сеть. Управление ботами осуществляется на основе протокола управления, основанного на широко распространенном протоколе обмена сообщениями IRC.

Исходя из проведенных экспериментов, был построен график зависимости зараженных хостов от времени распространения без реализации механизмов защиты, представленный на рисунке 2.

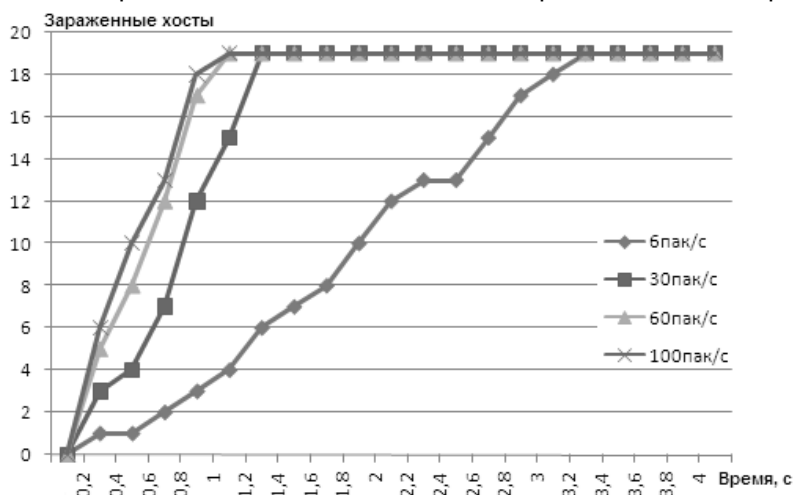


Рис.2. График зависимости количества зараженных узлов от времени распространения без реализации механизмов защиты

Для противодействия распространения червя использовался сценарий защиты, основанный на методе анализа неудачных соединений (Failed Connection), предложенная в [43].

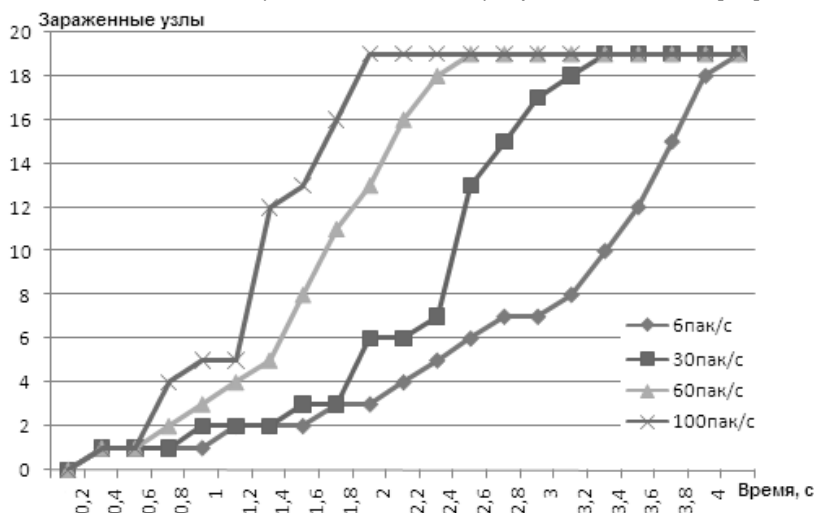


Рис.3. График зависимости количества зараженных узлов от времени распространения при использовании механизма защиты Failed Connection, установленном на главном маршрутизаторе

Система защиты имеет следующие параметры: пороговое значение количества RST-пакетов для каждого IP-адреса – 2; обновление порогового значения происходит раз в секунду (если пороговое значение меньше двух, к пороговому значению прибавляется один пункт), расположение системы защиты – на главном маршрутизаторе или на всех маршрутизаторах в сети; емкость буфера блокируемых IP-адресов – 10.

Результаты проведенных экспериментов представлены на рисунках 3 и 4.

На рисунке 3 видно, что механизм защиты, установленный только на главном маршрутизаторе, оказывается неэффективным, хотя и позволяет блокировать часть узлов, являющихся источниками распространения червя. На рисунке 4 видно, что хотя все хосты, распространяющие сетевого червя, оказываются заблокированными, за счет большой скорости сканирования червь, отсылающий 100 пакетов в секунду, имеет преимущество, за счет того, что успевает получить несколько валидных соединений и опровергнуть заражающие пакеты, прежде чем сгенерирует пороговое значение пакетов RST и окажется заблокированным.

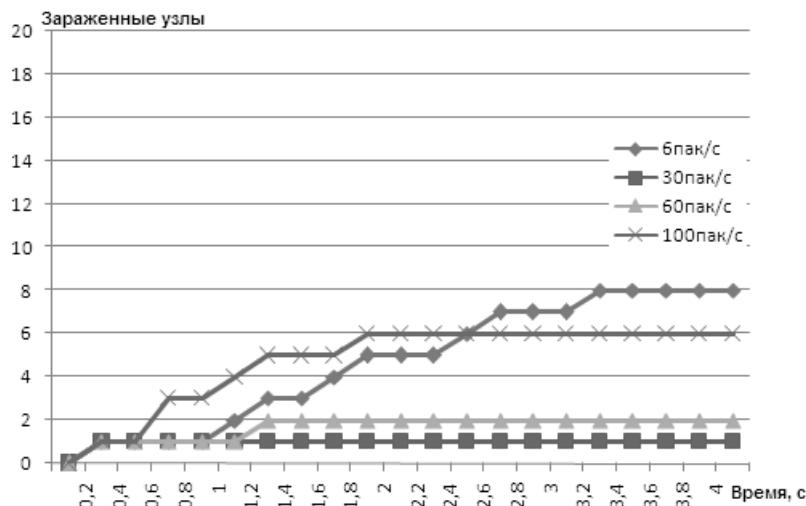


Рис.4. График зависимости количества зараженных узлов от времени распространения при использовании механизма защиты Failed Connection, установленном на всех маршрутизаторах

Червь, отсылающий 6 пакетов в секунду, достигает порогового значения, но за счет медленной скорости сканирования. Он получает «окно» для отправки пакета за счет регулярного обновления порогового значения, из-за относительно большого интервала между RST-пакетами.

Через некоторое время (в настоящей модели через 150 секунд) хост – «хозяин» бот сети посылает инструкцию, предписывающую всем ботам атаковать некоторую заданную цель. Инструкция попадает на «командный центр», с которого рассылается всем ботам, имеющим связь с данным командным центром.

После этого каждый бот осуществляет атаку типа UDP flood на указанную цель. Атака производится посредством непрерывного процесса отсылки UDP пакета размером в 256 байт 100 раз в секунду на IP адрес хоста – «жертвы».

В качестве метода защиты от DDoS используется метод SIPM. На рисунке 5 показаны значения трафика до и после фильтрации агентом «фильтр». На рисунке видно, что объем трафика после фильтрации был уменьшен примерно в девять раз.

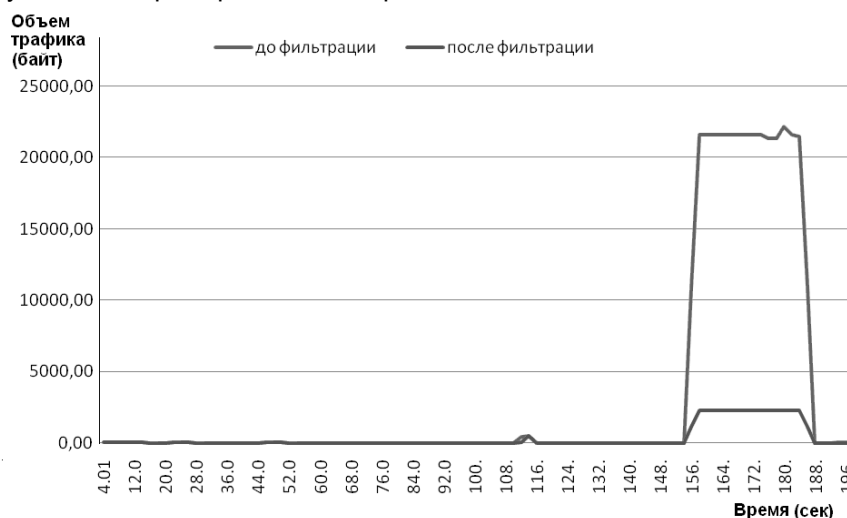


Рис.5. Объем трафика на входе и на выходе агента «фильтр»

4.2. Примеры экспериментов по исследованию функционирования бот-сети и выполнения механизмов защиты в сети, задающей достаточно представительный фрагмент сети Интернет

На рисунке 6 показан уровень трафика атаки внутри атакуемой подсети в случае применения сценариев сдерживания бот-сети и противодействия атакам посредством использования схем кооперации COSSACK (уровень трафика обозначен треугольниками), DefCOM (уровень трафика обозначен кружками) и схемы полной кооперации (уровень трафика обозначен крестами).

Атака начинается на 300 секунде. Используется методика подмены адреса на случайный адрес из текущей подсети, как наиболее сложная для противодействия.

Атакующий трафик для схемы кооперации COSSACK измеряется на маршрутизаторе, соединяющем атакуемую подсеть с остальными сетевыми сегментами. Значительное увеличение объема трафика происходит в начале атаки. На 350 секунде система защиты распознает наличие атаки, затем применяются правила фильтрации, и в дальнейшем уровень трафика внутри защищаемой подсети значительно уменьшается. Сигнатура атаки посылается другим агентам защиты. Они применяют правила фильтрации в своих подсетях, и вследствие этих действий объем трафика на входе в защищаемую сеть снижается.

Уровень трафика атаки внутри атакуемой подсети в случае использования схемы кооперации DefCOM представлен на рисунке 6 в виде кружков. Трафик измеряется на входе в защищаемую подсеть, так как последним компонентом в подсети, который изменяет объем трафика, является агент «ограничитель», размещаемый на маршрутизаторе. На 350 секунде система защиты обнаруживает атаку, и осуществляется фильтрация трафика в подсетях источников атакующего трафика. Агент «ограничитель» ограничивает трафик в соответствии с выработанными правилами фильтрации, тем самым, поддерживая трафик на входе в защищаемую сеть на приемлемом уровне.

Уровень трафика атаки внутри атакуемой подсети в схеме полной кооперации агентов показан на рисунке 6 в виде крестов. Измерения трафика проводятся на входе в защищаемую подсеть на агенте «фильтр». В момент начала атаки наблюдается значительный рост уровня трафика, но на 350 секунде команда защиты распознает атаку посредством получения данных от агентов «сэмплер» из других команд. Далее агенты команды защиты применяют правила фильтрации внутри защищаемой подсети. На 350 секунде трафик, наблюдаемый на входе в защищаемую подсеть, значительно снижается. Сигнатура атаки рассылается другим командам защиты, находящимся на связи с командой защиты атакуемой подсети, которые в свою очередь блокируют вредоносный трафик внутри своих подсетей. Наблюдаемый уровень трафика на входе в защищаемую подсеть еще более снижается к моменту применения полученной сигнатуры большинством команд защиты (примерно через 400-450 секунд).

Реализованные эксперименты показали, что схема полной кооперации агентов демонстрирует лучшие результаты блокирования вредоносного трафика, используя множество команд защиты с кооперацией на уровне агентов «фильтр» и агентов «сэмплер».

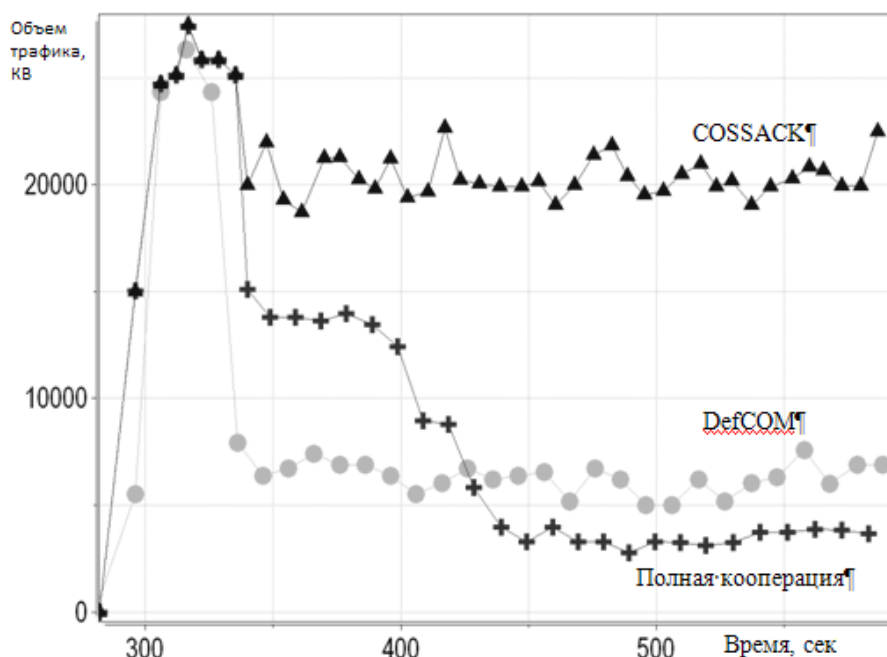


Рис.6 Уровень трафика атаки внутри атакуемой подсети при моделировании методов COSSACK, DefCOM и использовании полной кооперации агентов защиты

Метод кооперации DefCOM – следующий по эффективности. Его преимущество в применении процедур ограничения трафика во многих местах сети до того момента, как он достигнет защищаемой подсети, что позволяет в большей степени ограничить вредоносный трафик.

Метод кооперации COSSACK показал третий результат. Метод является одним из примеров защитной сети, построенной на базе архитектуры peer-to-peer. Метод применяет передачу сигнатур между агентами с целью применения правил фильтрации трафика в близости от источников.

Накладные расходы на передачу данных вследствие коммуникации агентов ограничивается строгой упорядоченностью сеансов коммуникации, которые могут происходить либо периодически, либо по строгому расписанию. Таким образом, общий вклад коммуникационного трафика на общий трафик является незначительным.

Заключение

В работе представлен подход к исследовательскому моделированию бот-сетей и механизмов защиты от них в глобальной сети Интернет. Бот-сети и методы защиты от них представлены в виде моделей противодействия команд интеллектуальных агентов, находящихся в отношениях кооперации или противодействия.

Для проведения экспериментов разработана программная среда на основе системы имитационного моделирования на базе дискретных событий OMNET++. Авторы полагают, что подход, предложенный в данной работе, может использоваться как для исследования существующих и разрабатываемых систем защиты, так и для проведения действий по расследованию компьютерных атак, реализуемых с помощью бот-сетей.

Описанная в работе программная среда использовалась для исследования различных методов противодействия бот-сетям. Эксперименты показали возможность применения предложенного подхода для моделирования сложных бот-сетей и анализа защищенности сетевых сегментов. В то же время эксперименты продемонстрировали более высокие показатели эффективности механизмов защиты, базирующихся на использовании подхода, основанного на полной кооперации агентов.

Дальнейшая работа посвящена детализации формальных моделей описывающих бот-сети и механизмы защиты, анализу эффективности функционирования различных команд атаки и защиты, исследованию различных типов внутрикомандного взаимодействия, а так же реализации алгоритмов адаптации и самообучения команд защиты, разработке и исследованию новых способов защиты, расширению библиотеки агентов атаки и защиты.

Статья выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 10-01-00826), программы фундаментальных исследований ОНИТ РАН (проект №3.2), проектов Евросоюза SecFutur и Massif, а также в рамках других проектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bailey M., Cooke E., Jahanian F., Xu Y., Karir M. A Survey of Botnet Technology and Defenses // Proceedings of the 2009 Cybersecurity Applications & Technology Conference for Homeland Security. 2009.
2. Binkley J. R., Singh S. An algorithm for anomaly-based botnet detection // Proceedings of the 2nd conference on Steps to Reducing Unwanted Traffic on the Internet (SRUTI'06), San Jose, CA, July 2006.

3. Blank S. Web War I: Is Europe's First Information War a New Kind of War? // *Comparative Strategy*, Vol.27, Issue 3, 2008.
4. Botnets: The Killer Web App. Syngress Publishing, Inc. 2007.
5. Chen S., Song Q. Perimeter-Based Defense against High Bandwidth DDoS Attacks // *IEEE Transactions on Parallel and Distributed System*, Vol.16, No.7, 2005.
6. Colarik A. Cyber Terrorism: Political and Economic Implications. Idea Group Inc. 2006.
7. Christodorescu M., Rubin S. Can Cooperative Intrusion Detectors Challenge the Base-Rate Fallacy // *Advances in Information Security*, Vol.27. Malware Detection. Springer, 2007.
8. Cohen P., Levesque H.J. Teamwork,» *Nous*, No.35, 1991.
9. Dagon D., Gu G., Lee C. P., Lee W. A taxonomy of botnet structures // *Twenty-Third Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC'07)*, Florida, USA, November 2007.
10. Dunham K., Meluick J. Malicious Bots - An Inside Look into the Cyber-Criminal Underground of the Internet. CRC Press, 2008.
11. Gamer T., Scharf M. Realistic Simulation Environments for IP-based Networks // *Proceedings of 1st International Workshop on OMNeT++*. Marseille, France. 2008.
12. Goebel J., Holz T. Rishi: Identify bot contaminated hosts by IRC nickname evaluation // *First Workshop on Hot Topics in Understanding Botnets (HotBots'07)*, Cambridge, MA, April 2007.
13. Grizzard J.B., Sharma V., Nunnery C., Kang B.B., Dagon D. Peer-to-Peer Botnets: Overview and case study // *First Workshop on Hot Topics in Understanding Botnets (HotBots'07)*, Cambridge, MA, April 2007.
14. Grosz B., Kraus S. Collaborative Plans for Complex Group Actions // *Artificial Intelligence*, Vol.86, No.2, 1996.
15. Gu G., Perdisci R., Zhang J., Lee W. BotMiner: Clustering analysis of network traffic for protocol- and structure-independent botnet detection // *Proceedings of the 17th USENIX Security Symposium (Security'08)*, San Jose, CA, July 2008.
16. Gu G., Zhang J., Lee W. BotSniffer: Detecting botnet command and control channels in network traffic // *Proceedings of the 15th Annual Network & Distributed System Security Symposium (NDSS'08)*, San Diego, CA, February 2008.
17. Haque N., Jennings N.R., Moreau L. Resource allocation in communication networks using market-based agents // *International Journal of Knowledge Based Systems*, Vol.18, No.4-5, 2005.
18. Jennings N.R. Controlling cooperative problem solving in industrial multi-agent systems using joint intentions // *Artificial Intelligence*, Vol.75, No.2, 1995.
19. Kaminka G.A., Yakir A., Erusalmichik D., Cohen N. Towards Collaborative Task and Team Maintenance // *Proceedings of AAMAS-07*, 2007.
20. Kanich C., Lechenko K., Enright B., Voelker G.M., Savage S. The Heisenbot Uncertainty Problem: Challenges in separating bots from chaff // *First Usenix Workshop on Large-scale Exploits and Emergent Threats (LEET'08)*, San Francisco, CA, April 2008.
21. Karasaridis A., Rexroad B., Hoeflin D. Wide-scale botnet detection and characterization // *First Workshop on Hot Topics in Understanding Botnets (HotBots'07)*, Cambridge, MA, April 2007.
22. Keromytis A.D., Misra V., Rubenstein D. SOS: An architecture for mitigating DDoS attacks // *Journal on Selected Areas in Communications*, No.21, 2003.
23. Kotenko I., Ulanov A. Agent Teams in Cyberspace: Security Guards in the Global Internet // *Proceedings of the International Conference on CYBERWORLDS (CW2006)*. IEEE Computer Society, 2006.
24. Kotenko I., Ulanov A. Agent-Based Modeling and Simulation of Network Softbots' Competition // *Knowledge Based Software Engineering: Proceedings of the Seventh Joint Conference on Knowledge-Based Software Engineering*. Ed. By E.Tyugu and T.Yamaguchi. Frontiers in Artificial Intelligence and Applications, Amsterdam: IOS Press, Vol.140, 2006.
25. Kotenko I., Ulanov A. Multi-agent Framework for Simulation of Adaptive Cooperative Defense against Internet Attacks // *International Workshop on Autonomous Intelligent Systems: Agents and Data Mining (AIS-ADM-07)*. Lecture Notes in Artificial Intelligence, Springer, Vol.4476, 2007.
26. Li L., Alderson D., Willinger W., Doyle J. A first-principles approach to understanding the internet's router-level topology // *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*. 2004.
27. Liu J., Xiao Y., Ghaboosi K., Deng H., Zhang J. Botnet: Classification, Attacks, Detection, Tracing, and Preventive Measures // *EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking*, Vol.2009, 2009.
28. Лопухин И., Сачков И. Краткий аналитический вопросник по бот-сетям в РФ 2009 год. Март 2009. <http://www.securitylab.ru/analytics/370022.php>
29. Macal C.M., North M.J. Tutorial on Agent-based Modeling and Simulation // *Proceedings of 2005 Winter Simulation Conference*, 2005.
30. Mankins D., Krishnan R., Boyd C., Zao J., Frentz M. Mitigating Distributed Denial of Service Attacks with Dynamic Resource Pricing // *Proceedings of the 17th Annual Computer Security Applications Conference (ACSAC'01)*, 2001.
31. Marietto M., David N., Sichman J.S., Coelho H. Requirements Analysis of Agent-Based Simulation Platforms: State of the Art and New Prospects // *Lecture Notes in Artificial Intelligence*, Springer, Vol.2581, 2002.
32. Mirkovic J., Dietrich S., Dittrich D., Reiher P. Internet Denial of Service: Attack and Defense Mechanisms. Prentice Hall PTR, 2004.
33. Mirkovic J., Robinson M., Reiher P., Oikonomou G. Distributed Defense Against DDOS Attacks // *University of Delaware CIS Department Technical Report CIS-TR-2005-02*, 2005.
34. OMNeT++ Community Site. <http://www.omnetpp.org/>
35. Papadopoulos C., Lindell R., Mehringer I., Hussain A., Govindan R. Cossack: Coordinated suppression of simultaneous attacks // *Proceedings of DISCEX III*, 2003.
36. Russell S., Norvig P. Artificial Intelligence: A Modern Approach (3rd Edition). Prentice Hall, 2009.
37. Tambe M. Towards flexible teamwork // *Journal of AI Research*, 1997, No.7.
38. Tambe M., Bowring E., Jung H., et al. Conflicts in teamwork: Hybrids to the rescue // *Proceedings of AAMAS-05*, 2005.
39. Vishwanath K.V., Vahdat A. Realistic and responsive network traffic generation // *Proceedings of the Conference on Applications, technologies, architectures, and protocols for computer communications*. 2006.
40. Wang H., Shin K.G. Transport-aware IP Routers: A Built-in Protection Mechanism to Counter DDoS Attacks // *IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems*, 2003, Vol.14, No.9.
41. Xuan D., Bettati R., Zhao W. A Gateway-Based Defense System for Distributed DoS Attacks in High Speed Networks // *Proceedings of the 2nd IEEE SMC Information Assurance Workshop*, West Point, NY, 2001.
42. Zhou S., Zhang G., Zhang G., Zhuhe Zh. Towards a Precise and Complete Internet Topology Generator // *Proceedings of International Conference Communications, Circuits and Systems (ICCCAS)*, 2006.
43. Chen S., Tang Y. Slowing Down Internet Worms // *24th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS '04)*, IEEE Computer Society. 2004.

Молдовяну П.А., Молдовян Д.Н., Гурьянов Д.Ю., Головачев Д.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ»
КРИПТОСХЕМЫ НАД НЕКОММУТАТИВНЫМИ КОНЕЧНЫМИ КОЛЬЦАМИ ВЕКТОРОВ
И ИХ ПОСТРОЕНИЕ

Введение

В последнее время значительный интерес в области синтеза криптосхем с открытым ключом связан и использованием задач над некоммутативными группами и кольцами [1,2]. Над некоммутативными алгебраическими структурами формулируются задачи поиска сопрягающего элемента [3] и дискретного логарифмирования в скрытой коммутативной подгруппе [4], которые перспективны для построения протоколов открытого согласования секретного ключа и открытого шифрования. Построение быстродействующих криптосхем над некоммутативными группами и кольцами связан с применением конечных алгебраических структур такого типа. В работе [5] показано, что применение конечных некоммутативных групп векторов, заданных над простым полем, обеспечивает уменьшение размера открытого ключа по сравнению со случаем синтеза криптосхем над конечными кольцами матриц размерности $n \times n$. Однако последние могут быть легко синтезированы для произвольных значений $n > 1$, а в случае векторов известны решения для сравнительно небольших значений их размерности m .

В настоящей работе рассматриваются особенности задания задачи дискретного логарифмирования в скрытой циклической подгруппе для синтеза на ее основе криптосхем с открытым ключом и методы синтеза конечных некоммутативных колец векторов большой размерности.

1. Задание конечных колец векторов

Конечные кольца векторов могут быть легко заданы над конечным векторным пространством путем определения над векторами некоторой ассоциативной операции умножения [5,6], используя стандартную операцию сложения векторов как сложение одноименных координат. При этом для заданного векторного пространства имеется достаточно большое число различных вариантов задания операции умножения векторов, которые определяют конечные кольца с различными свойствами. Векторы размерности m представляются в виде $(a, b, \dots, q)$ или в виде $ae + bi + \dots + qw$, где $e, i, \dots, w$ – некоторые формальные базисные векторы; $a, b, \dots, q$ – координаты вектора, являющиеся элементами конечного поля $GF(p^s)$, где p – простое число (характеристика поля) и s – степень расширения поля ($s \geq 1$). Сложение векторов определяется по стандартной формуле:

$$(a, b, \dots, q) + (x, y, \dots, z) = (a + x, b + y, \dots, q + z).$$

Одномерные векторы вида εv , где $\varepsilon \in GF(p^s)$ и $v \in \{e, i, \dots, w\}$ – некоторый формальный базисный вектор, представляют собой компоненты вектора. Операция умножения векторов определяется как попарное перемножение всех компонентов векторов-сомножителей по формуле:

$$(ae + bi + \dots + qw) \circ (xe + yi + \dots + zw) = axe \circ e + aye \circ i + \dots + aze \circ w + \\ + bxi \circ e + byi \circ i + \dots + bzi \circ w + \dots + qxw \circ e + qyw \circ i + \dots + qzw \circ w,$$

в которой произведение пар базисных векторов заменяются на однокомпонентный вектор, например εv , задаваемый некоторой таблицей умножения базисных векторов (ТУБВ). Координаты однокомпонентных векторов, присутствующие в ТУБВ, называются структурными коэффициентами. Если определенная с помощью ТУБВ ассоциативная операция умножения является коммутативной (некоммутативной), то конечное векторное пространство является векторным конечным коммутативным (некоммутативным) кольцом.

Построение конечных колец векторов (ККВ) состоит в синтезе ТУБВ, которая определяет ассоциативное умножение. Вопросы синтеза коммутативных ККВ достаточно хорошо представлены в литературе (см., например, работы [4–8]). Построению некоммутативных ККВ посвящено сравнительно мало работ [4,5]. При четных размерностях векторов $m \geq 4$ может быть применен следующий общий способ построения ТУБВ, задающих некоммутативные ККВ. В первой строке слева направо записываются базисные векторы в некоторой исходной последовательности. В первом столбце сверху вниз записывается та же последовательность базисных векторов. В каждой четной строке базисные векторы записываются, начиная с элемента, указанного в первом столбце, в обратной последовательности (относительно исходной последовательности). В нечетных строках базисные векторы записываются в том же порядке, как записаны в первой строке, т.е. нечетные

строки, начиная с третьей строки, получаются путем циклического сдвига первой строки ТУБВ. Построенная таким образом ТУБВ для случаев $m \geq 6$ задает ассоциативную и некоммутативную операцию умножения векторов. При $m = 4$ это построение приводит к коммутативной операции умножения, а некоммутативность обеспечивается введением структурных коэффициентов, каждый из которых равен -1 (см. табл. 1). При этом структурные коэффициенты распределяются несимметрично относительно главной диагонали ТУБВ, проходящей от левого верхнего угла к правому нижнему углу. В случаях $m \geq 6$ могут быть найдены симметричные и несимметричные распределения структурных коэффициентов, которые сохраняют свойство ассоциативности умножения, однако некоммутативность умножения в первую очередь связана с несимметричностью исходной ТУБВ, т.е. с исходным несимметричным распределением базисных векторов. Таблица 2 дает пример реализации описанного общего построения для случая $m = 8$. Общим способом внесения структурных

коэффициентов, каждый из которых равен значению $A \in GF(p^s)$, является его запись в каждую клетку, стоящую на пересечении четной строки и четного столбца. Однако описанный способ построения некоммутативных ККВ больших размерностей не обеспечивает возможности получения достаточно больших значений простого порядка векторов (порядком называется минимальная натуральная степень, в которую нужно возвести обратимый вектор, чтобы получить единичный вектор). Поскольку в синтезе криптосхем требуется применение элементов некоммутативных групп, обладающих большим простым порядком, актуальным является разработка способов синтезе некоммутативных ККВ, в которых существуют векторы достаточно большого простого порядка.

Таблица 1

Задание некоммутативной ТУБВ для случая $m = 4$ (структурные коэффициенты ε и ρ равны -1)

Базисные векторы	Базисные векторы			
	e	i	j	k
e	e	i	j	k
i	i	$\rho \varepsilon e$	ρk	εj
j	j	εk	$\rho \varepsilon e$	ρi
k	k	ρj	εi	$\rho \varepsilon e$

Таблица 2

Общий способ построения некоммутативных ТУБВ для четных значений размерности векторов

O	e	i	j	k	u	v	w	x
e	e	i	j	k	u	v	w	x
i	i	e	x	w	v	u	x	x
j	j	k	u	v	w	x	e	i
k	k	j	i	e	x	w	v	u
u	u	v	w	x	e	i	j	k
v	v	u	k	j	i	e	x	w
w	w	x	e	i	j	k	u	v
x	x	w	v	u	k	j	i	e

2. Особенности криптосхем над конечными некоммутативными кольцами

Одним из перспективных примитивов для построения криптосистем с открытым ключом является задача дискретного логарифмирования в скрытой подгруппе некоммутативной конечной группы. Данная задача состоит в вычислении элемента некоммутативной группы X и числа x (пара этих элементов служит секретным ключом) в уравнении $Y = X \circ G^x \circ X^{-1}$ (элемент Y используется в качестве открытого ключа), где пара умножений на взаимно обратные элементы X и X^{-1} реализует операцию автоморфизма; G – элемент достаточно большого простого порядка (элементы G и Y считаются известными). Решение этого уравнения представляет собой самостоятельную трудную вычислительную задачу, отличную от задачи дискретного логарифмирования. При известном X возникает задача дискретного логарифмирования $Y' = X^{-1} \circ Y \circ X = G^x$. При известном x возникает задача поиска сопрягающего элемента X , которая в ряде работ рассматривается как вычислительно сложная в случае ее задания над некоммутативными группами специальных типов, однако наши результаты показывают, что в случае конечных некоммутативных групп матриц и векторов сложность задачи поиска сопрягающего элемента является полиномиальной. Тем не менее одновременное нахождение X и x является сложной задачей, несмотря на то, что существует

очень большое число различных решений (если X и x – некоторое решение, то для произвольного элемента группы λ , коммутирующего со всеми другими элементами, пара λX и x также является решением). Причем задача дискретного логарифмирования непосредственно не сводится к решению двух независимых задач – дискретного логарифмирования и поиска сопрягающего элемента. При построении криптосхем требуется задать простой механизм, согласования секретных значений X_1 и X_2 , которые должны быть выбраны из одной и той же коммутативной подгруппы. Этот вопрос решается заданием дополнительного известного элемента Q , такого что $Q \circ G \neq G \circ Q$, который также обладает большим простым порядком. В этом случае открытый ключ вычисляется как

$$Y = Q^w \circ G^x \circ Q^{-w},$$

где (w, x) – личный секретный ключ. В этом случае схема открытого согласования ключа работает следующим образом. Пусть два удаленных абонента имеют открытые ключи $Y_1 = Q^{w_1} \circ G^{x_1} \circ Q^{-w_1}$ и $Y_2 = Q^{w_2} \circ G^{x_2} \circ Q^{-w_2}$, где (w_1, x_1) и (w_2, x_2) – личные секретные ключи первого и второго абонентов. После открытого обмена открытыми ключами первый абонент вычисляет общий секретный ключ по формуле $K_{12} = Q^{w_1} \circ Y_2^{x_1} \circ Q^{-w_1}$, а второй – по формуле $K_{21} = Q^{w_2} \circ Y_1^{x_2} \circ Q^{-w_2} = K_{12}$. Комбинируя аналогичным образом операцию автоморфизма и операцию возведения в большую дискретную степень, можно построить алгоритмы коммутативного и открытого шифрования.

В случае, когда порядки элементов Q и G равны большому простому числу q , имеющего размер $|q|$ бит, вычисление пары неизвестных (w, x) может быть выполнено методом, аналогичным методу больших и малых шагов [8], с трудоемкостью $2^{|q|}$ операций возведения в степень. Из этой оценки следует, что рассмотренная схема открытого согласования ключа имеет приемлемую для практического применения криптостойкость при $q \geq 2^{80}$. Однако имеется подход к решению задачи дискретного логарифмирования в скрытой подгруппе, состоящий в ее сведении к двум независимым задачам – обычной задаче дискретного логарифмирования и задаче поиска сопрягающего элемента. В этом подходе используются потенциально возможные гомоморфизмы некоммутативного ККВ или кольца матриц в конечное поле $GF(p^s)$ или в поле его расширения $GF((p^s)^k)$, где $1 \leq k \leq m$. Действительно, пусть ψ_k – указанный гомоморфизм для некоторого значения $1 \leq k \leq m$. Тогда для гомоморфного образа открытого ключа имеем

$$\psi_k(Y) = \psi_k(Q^w) \psi_k(G^x) \psi_k(Q^{-w}) = \psi_k(Q^w) (\psi_k(G))^x (\psi_k(Q^w))^{-1} = (\psi_k(G))^x.$$

Из последнего соотношения видно, что, решая задачу дискретного логарифмирования в поле $GF((p^s)^k)$, можно вычислить значение x или получить некоторую информацию о значении x (в зависимости от порядков элементов G и $\psi_k(G)$). Например, гомоморфизм ψ_1 коммутативных и некоммутативных ККВ в поле, над которым задается векторное пространство, всегда имеет место [2,5,9]. Можно предположить, что гомоморфизмы ψ_k будут установлены для всех значений $1 \leq k \leq m$. Чтобы устранить потенциальную возможность атак, основанных на использовании таких гомоморфизмов для всех возможных значений k , в качестве параметра G следует использовать элемент ККВ G_p , имеющий порядок p^s , или необратимый элемент ККВ N , различные степени которого порождают достаточно большое число различных необратимых элементов. Нетрудно заметить, что в этом случае для всех возможных значений k имеют место следующие соотношения:

$$\psi_k(G_p) = 1 \Rightarrow \psi_k(Y) = (\psi_k(G_p))^x = 1^x = 1 \text{ и } \psi_k(N) = 1 \Rightarrow \psi_k(Y) = (\psi_k(N))^x = 0^x = 0.$$

Очевидно, что из последних соотношений никакой информации о значении x нельзя получить. Это означает, что выбор необратимых элементов ККВ специальных видов и обратимых элементов порядка, равного p^s играет важную роль для задания специальных вариантов задачи дискретного логарифмирования в скрытой подгруппе ККВ. Нахождение вычислительно эффективных способов элементов G_p и N для различных типов некоммутативных ККВ представляет интересную и важную

для практики задачу. В случае колец матриц и некоммутативных ККВ малой размерности такие способы найдены. Также установлено [10], что порядок треугольных матриц размерности $n \times n$, заданных над полем $GF(p^s)$, кратен значению p^s при произвольных значениях $n \geq 2$. Используя этот факт, нетрудно построить вычислительно эффективный алгоритм генерации матриц порядка p^s , имеющих «произвольный» вид. Что касается нахождения элементов G_p и N для некоммутативных ККВ больших размерностей данный вопрос является малоизученным, что связано в частности с тем, что вопрос синтеза некоммутативных ККВ, содержащих элементы достаточно большого простого порядка, ранее не рассматривался.

3. Синтез конечных некоммутативных колец векторов большой размерности методом вложения

В данном разделе предлагается метод погружения коммутативного ККВ векторов в некоммутативное ККВ векторов (или некоммутативного ККВ в коммутативное ККВ), позволяющий синтезировать некоммутативные кольца векторов над полем $GF(p)$, содержащие элементы порядка $p^{m/2}-1 = (p^{m/4}-1)(p^{m/4}+1)$. Для значений размерности векторов, равной $m = 2^h$ при некотором натуральном значении $h \geq 2$, можно подобрать простое число p таким, что число $\omega = (p^{m/4}+1)/2$ является простым. В этом случае существуют векторы порядка ω и их достаточно легко найти.

Пусть задана некоторая некоммутативная ТУБВ, например, для векторов размерности $m = 4$ (см. таб. 1). Обозначим формальные базисные векторы следующим образом: $\mathbf{v}_1, \mathbf{v}_2, \dots, \mathbf{v}_h$. Переименовывая k раз указанные базисные векторы сформируем k аналогичных таблиц, которые обозначим как $\mathbf{T}^i$, $i = 1, 2, \dots, k$, т. е. получаем множество $\{\mathbf{T}^1, \mathbf{T}^2, \dots, \mathbf{T}^k\}$. Формальные базисные векторы, соответствующие ТУБВ $\mathbf{T}^i$, составляют множество $\{\mathbf{v}_1^i, \mathbf{v}_2^i, \dots, \mathbf{v}_h^i\}$. При этом указанное переименование базисных векторов выполним так, что никакие два различных множества $\{\mathbf{v}_1^i, \mathbf{v}_2^i, \dots, \mathbf{v}_h^i\}$, $i = 1, 2, \dots, k$, не содержат одинаковых базисных векторов. Очевидно, что, если исходная ТУБВ определяет ассоциативное умножение векторов, то каждая из таблиц $\mathbf{T}^i$ также определяют ассоциативное умножение.

Определим класс $\overline{\mathbf{v}_j}$ как множество базисных векторов $\{\mathbf{v}_j^1, \mathbf{v}_j^2, \dots, \mathbf{v}_j^k\}$ для $j = 1, 2, \dots, h$. Зададим операцию умножения « $\bullet$ » над классами $\overline{\mathbf{v}_j}$ и $\overline{\mathbf{v}_g}$, где $j, g \in \{1, 2, \dots, h\}$, следующим образом. Выбирается произвольное натуральное число $z \in \{1, 2, \dots, k\}$, затем из множества $\{\mathbf{v}_j^1, \mathbf{v}_j^2, \dots, \mathbf{v}_j^k\}$ выбирается произвольный элемент $\mathbf{v}_j^z$, а из $\{\mathbf{v}_g^1, \mathbf{v}_g^2, \dots, \mathbf{v}_g^k\}$ – элемент $\mathbf{v}_g^z$. Над базисными векторами $\mathbf{v}_j^z$ и $\mathbf{v}_g^z$ выполняется операция умножения по таблице $\mathbf{T}^z$: $\mathbf{v}_j^z \circ \mathbf{v}_g^z = \mathbf{v}_q^z$, где $j, g \in \{1, 2, \dots, h\}$. В качестве результата умножения классов $\overline{\mathbf{v}_j}$ и $\overline{\mathbf{v}_g}$ берется класс $\overline{\mathbf{v}_q}$, которому принадлежит базисный вектор $\mathbf{v}_q^z$, т. е. $\overline{\mathbf{v}_j} \bullet \overline{\mathbf{v}_g} = \overline{\mathbf{v}_q}$. Очевидно, что по построению результат умножения классов не зависит от выбора значения $z \in \{1, 2, \dots, k\}$.

Определим операцию умножения « $*$ » некоторой ТУБВ $\mathbf{T}^i$, $i = 1, 2, \dots, k$, на скаляр $\lambda \in GF(p)$, где $GF(p)$ – поле над которым задано рассматриваемое векторное пространство, как процедуру умножения базисных векторов на структурный коэффициент λ в каждой клетке $\mathbf{T}^i$, т. е. в общем случае $\lambda \mathbf{T}^i$ не принадлежит множеству $\{\mathbf{T}^1, \mathbf{T}^2, \dots, \mathbf{T}^k\}$. Зададим над множеством $\{\mathbf{T}^1, \mathbf{T}^2, \dots, \mathbf{T}^k\}$, табличную ассоциативную и коммутативную операцию умножения, результатом которой является некоторая ТУБВ $\lambda \mathbf{T}^w$ при значении $w \in \{1, 2, \dots, k\}$. Обозначим таблицу умножения элементов множества $\{\mathbf{T}^1, \mathbf{T}^2, \dots, \mathbf{T}^k\}$ как TABLE.

Задавая детальное представление каждой ТУБВ в TABLE, получаем результирующую ТУБВ, определяющую ассоциативную операцию умножения «о» над следующим множеством базисных векторов:

$$\{v_1^1, v_2^1, \dots, v_h^1, v_1^2, v_2^2, \dots, v_h^2, \dots, v_1^k, v_2^k, \dots, v_h^k\}.$$

Каждый элемент данного множества, например v_μ^ε , может быть однозначно задан как элемент, одновременно принадлежащий классу $\overline{v_\mu}$ и таблице $T^\varepsilon: v_\mu^\varepsilon = (\overline{v_\mu} \cap T^\varepsilon)$, где « $\cap$ » – операция нахождения элемента, принадлежащего одновременно двум множествам-операндам. Легко показать, что операция умножения базисных векторов v_μ^ε и $v_\psi^\tau = (\overline{v_\psi} \cap T^\tau)$ может быть выполнена по следующей формуле

$$v_\mu^\varepsilon \circ v_\psi^\tau = (\overline{v_\mu} \cap T^\varepsilon) \circ (\overline{v_\psi} \cap T^\tau) = (\overline{v_\mu} \bullet \overline{v_\psi}) \cap (T^\varepsilon * T^\tau).$$

Таким образом, выполнение операции над векторами размерности hk сводится к выполнению операций « $\bullet$ », « $*$ » и « $\cap$ ». Покажем, что если операции « $\bullet$ » и « $*$ » ассоциативны, то операция умножения векторов размерности hk также является ассоциативной. Пусть даны три базисных вектора v_β^α , v_μ^ε и v_ψ^τ . Тогда имеем

$$\begin{aligned} (v_\beta^\alpha \circ v_\mu^\varepsilon) \circ v_\psi^\tau &= ((\overline{v_\beta} \cap T^\alpha) \circ (\overline{v_\mu} \cap T^\varepsilon)) \circ (\overline{v_\psi} \cap T^\tau) = ((\overline{v_\beta} \bullet \overline{v_\mu}) \cap (T^\alpha * T^\varepsilon)) \circ (\overline{v_\psi} \cap T^\tau) = \\ &= (((\overline{v_\beta} \bullet \overline{v_\mu}) \bullet \overline{v_\psi}) \cap ((T^\alpha * T^\varepsilon) * T^\tau)) = ((\overline{v_\beta} \bullet (\overline{v_\mu} \bullet \overline{v_\psi})) \cap (T^\alpha * (T^\varepsilon * T^\tau))) = \\ &= (\overline{v_\beta} \cap T^\alpha) \circ ((\overline{v_\mu} \bullet \overline{v_\psi}) \cap (T^\varepsilon * T^\tau)) = (\overline{v_\beta} \cap T^\alpha) \circ ((\overline{v_\mu} \cap T^\varepsilon) \circ (\overline{v_\psi} \cap T^\tau)) = \\ &= v_\beta^\alpha \circ (v_\mu^\varepsilon \circ v_\psi^\tau) \end{aligned}$$

То есть ассоциативность операции «о» доказана.

Используя некоммутативную ТУБВ для случая $m=4$, приведенную в работе [11], была построена ТУБВ для случая $m=8$ (см. табл. 3), задающая некоммутативное ККВ, в котором максимальный мультипликативный порядок элементов равен $p^4 - 1$ в случае, если структурный коэффициент ε является квадратичным невычетом (в данном ККВ единицей является вектор $(1,0,0,1,0,0,0,0)$). При этом сложность операции умножения векторов уменьшается примерно в два раза за счет наличия в половине клеток ТУБВ структурного коэффициента, равного нулю. В следующем разделе представляется другой способ синтеза некоммутативных ККВ большой размерности, содержащих элементы достаточно большого простого порядка.

Таблица 3

Некоммутативная ТУБВ, синтезированная методом вложения

o	e	i	j	k	u	v	w	x
e	e	i	0	0	v	u	0	0
i	0	0	e	i	0	0	v	u
j	j	k	0	0	w	x	0	0
k	0	0	j	k	0	0	w	x
u	v	u	0	0	εe	εi	0	0
v	0	0	v	u	0	0	εe	εi
w	w	x	0	0	εj	εk	0	0
x	0	0	w	x	0	0	εj	εk

4. Синтез методом внесения несимметричного распределения структурных коэффициентов

В случае некоммутативных групп четырехмерных векторов операция умножения задается с помощью ТУБВ, в которой базисные векторы распределены симметрично, а несимметричность, требуемая условием некоммутативности умножения, связана с несимметричным распределением структурного коэффициента, равного -1 . Данную ТУБВ можно рассмотреть как таблицу, полученную из некоторого симметричного распределения базисных векторов, на которое было наложено несимметричное распределение структурного коэффициента. Последнее задавало свойство некоммутативности операции умножения при сохранении свойства ассоциативности. Это демонстрирует другой возможный подход к синтезу некоммутативных ТУБВ для случая групп

векторов большой размерности. В таком способе синтез состоит в переборе большого числа различных несимметричных распределений структурного коэффициента и выборе таких распределений, при которых сохраняется свойство ассоциативности умножения, имевшееся в исходной ТУБВ до внесения в нее структурных коэффициентов.

Данный метод был опробован для случая $m=8$. Для его реализации была разработана компьютерная программа, которая позволила найти достаточно большое число (более 600) различных несимметричных распределений структурного коэффициента -1 для симметричной исходной ТУБВ, представленной в табл. 4, иллюстрирующей частный случай из найденных вариантов задания некоммутативного и ассоциативного умножения восьмимерных векторов. В результате обобщения экспериментальных результатов установлено, что в случае, когда ε является квадратичным невычетом, рассмотренные варианты некоммутативных групп восьмимерных векторов содержат элементы, порядок которых ω равен нетривиальным делителям числа $(p^4 - 1)p$.

Таблица 4

Некоммутативная ТУБВ, синтезированная методом несимметричного распределения структурных коэффициентов

О	e	i	j	k	u	v	w	x
e	e	i	j	k	v	u	w	x
i	i	e	-k	-j	u	v	x	w
j	j	k	-e	-i	-w	x	v	-u
k	k	j	i	e	x	-w	-u	v
u	v	u	-w	x	εe	εi	$-\varepsilon j$	εk
v	u	v	-x	w	εi	εe	εk	$-\varepsilon j$
w	w	-x	v	u	$-\varepsilon j$	$-\varepsilon k$	$-\varepsilon e$	εi
x	x	-w	u	v	εk	εj	$-\varepsilon i$	εe

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (контракт № П635).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. K.H. Ko, S.J. Lee, J.H. Cheon, J.W. Han, J.S. Kang, C. Park. New Public Key Cryptosystems Using Braid Groups // *Advances in Cryptology – Crypto 2000 / Lecture Notes in Computer Science*. Springer-Verlag, 2000. Vol. 1880. P. 166–183.
2. Молдовян Д.Н. Конечные некоммутативные группы как примитив криптосистем с открытым ключом // *Информатизация и связь*. 2010. №1. С. 61–65.
3. Молдовян Н.А. Алгоритмы аутентификации информации в АСУ на основе структур в конечных векторных пространствах // *Автоматика и телемеханика*. 2008. № 12. С. 163–177.
4. Moldovyan D.N. Non-Commutative Finite Groups as Primitive of Public-Key Cryptoschemes // *Quasigroups and Related Systems*. 2010. Vol. 18. P. 11–24.
5. Moldovyan D.N., Moldovyan N.A. A New Hard Problem over Non-Commutative Finite Groups for Cryptographic Protocols // *Springer Verlag LNCS*. 2010. Vol. 6258. P. 183–194 / 5th Int. Conference on Mathematical Methods, Models, and Architectures for Computer Network Security, MMM-ANCS 2010 Proceedings. St.Petersburg, September 8–11ю 2010.
6. Moldovyan N.A., Moldovyanu P.A. New primitives for digital signature algorithms // *Quasigroups and related systems*. 2009. Vol. 17. P. 271–282.
7. Молдовян Н.А. Аутентификация информации в АСУ на основе конечных групп с многомерной цикличностью // *Автоматика и телемеханика*. 2009. № 8. С. 177–190.
8. Молдовян Н.А. теоретический минимум и алгоритмы цифровой подписи.– СПб: БХВ–Петербург, 2010. 304 с.
9. Молдовян Д.Н., Куприянов А.И., Костина А.А., Захаров Д.В. Задание некоммутативных конечных групп векторов для синтеза алгоритмов цифровой подписи // *Вопросы защиты информации*. 2009. № 4. С.2–7.
10. Горячев А.А., Захаров Д.В., Куприянов И.А., Сухов Д.К. Генерация элементов специального порядка в конечных некоммутативных группах // *Инновационная деятельность в Вооруженных силах Российской Федерации: Труды всероссийской научно-практической конференции*. 25–26 ноября 2010 г. Санкт-Петербург. СПб.: ВАС, 2010. С. 169–174.
11. Молдовян Д.Н., Дернова Е.С. Криптографические примитивы над конечными векторными пространствами // *Труды VI Санкт-Петербургской межрегиональной конференции «Информационная безопасность регионов России (ИБРР-2009)»*. Санкт-Петербург, 28–30 октября. СПб.: СПОИСУ, 2009. С. 191–197.

Молдовян А.А., Молдовян Н.А., Аль-Рахми Р.Я., Синев В.Е.

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ»
ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ БЛОЧНЫХ ШИФРОВ

Введение

Большинство современных блочных шифров (БШ) используют подстановочные и перестановочные операции преобразования входных данных, например DES [1,2], Serpent, Towfish, AES [3,4]. Как правило, в БШ подстановочные операции реализуются как табличные подстановки. В достаточно редких случаях вместо табличных подстановок используются операции циклического сдвига, зависящие от преобразуемых данных (RC5 [5] и RC6 [6]), или алгебраические операции. Шифры, в которых основным криптографическим примитивом являются алгебраические операции,

называются алгебраическими. Наиболее известным алгебраическим блочным шифром является криптосистема IDEA [2,7], использующая операцию умножения по модулю простого числа 65537. Данная криптосистема относится к БШ, обладающим достаточно высокой производительностью как при аппаратной, так и при программной реализации. Это показывает, что алгебраические блочные шифры могут представлять интерес в качестве шифров универсального назначения. При этом при соответствующем построении можно ожидать, что программный код, реализующий алгебраический БШ может иметь достаточно малый размер, что представляет интерес для применения в средствах защиты информации от несанкционированного доступа для реализации контролируемой загрузки ЭВМ [8].

В настоящей работе рассматриваются подходы к разработке алгебраических БШ, обладающих высокой производительностью и компактностью при программной реализации.

1. Достоинства операций умножения различного типа как примитивов блочных шифров

Наибольший интерес для синтеза алгебраических БШ представляют операции умножения в различных алгебраических структурах: кольцах вычетов по модулю, простых конечных полях, конечных кольцах и полях многочленов [9], конечных кольцах и полях, заданных в явной векторной форме [10] и конечных кольцах матриц [11]. Все эти виды операций умножения обладают хорошим лавинным эффектом и могут быть выполнены с помощью стандартных арифметических операций, реализуемых как элементарные команды микропроцессора. Перечисленные типы операций умножения обладают следующими достоинствами для применения в качестве криптографических примитивов:

1. Достаточная простота описания шифров и компактность кода при программной и микропрограммной реализации.
2. Использование элементарных команд контроллеров и микропроцессоров, выполняемых за малое число машинных тактов.
3. Обеспечение хороших рассеивающих и перемешивающих свойств при выполнении достаточно малого числа алгебраических операций.
4. Возможность выбора конечных полей, над которым задается используемая в шифре алгебраическая структура, что обеспечивает удобство программной, микропрограммной и аппаратной реализации при различных вариантах размера входного блока данных, а также достаточно высокую производительность шифров.
5. Возможность эффективного распараллеливания операций умножения в кольцах многочленов, векторов и матриц.
6. Возможность построения скоростных шифров, обладающих высокой стойкостью к атакам на основе известных и специально подобранных текстов, путем комбинирования операций из различных алгебраических структур.
7. Возможность разработки шифров с простой процедурой расширения секретного ключа, а также шифров свободных от использования такой процедуры.

2. Использование операций модульного умножения

Операции умножения по модулю в общем случае реализуются с помощью двух арифметических операций – умножения и деления. Эти две арифметические операции обеспечивают хороший лавинный эффект при изменении любого бита операндов, в роли которых выступают подблоки данных и подключи. Однако временная сложность операции деления существенно превышает сложность операции умножения, поэтому при проектировании алгебраических блочных шифров следует выбирать специальные значения модуля, при которых операция деления имеет низкую временную сложность или имеется возможность устранить операцию деления. Первый случай имеет место при выборе в качестве модуля числа вида $m = 2^k$, где k – натуральное число, а второй – при выборе модуля вида $m = 2^k + 1$. При этом в последнем случае обеспечивается одинаковый лавинный эффект для всех битов операндов, а в первом лавинный эффект значительно уменьшается при переходе от младших битов к старшим битам операндов. «Выравнивание» лавинного эффекта для случая $m = 2^k$ может быть обеспечено выполнением быстрой операции циклического сдвига на $\lfloor k/2 \rfloor$ битов и последующей повторной операции модульного умножения.

Выбор в качестве модуля чисел других видов связан со следующими издержками: требуется выполнить операцию деления, кроме того, при задании фиксированной разрядности блоков данных либо возникает возможность неоднозначности обратного преобразования подблоков данных, либо требуется выполнить построение БШ, в котором формируемый шифртекст имеет размер больше размера входного блока данных. В обоих случаях вносятся существенные ограничения на области применения БШ.

При использовании умножения по модулю $m = 2^k + 1$ размер подблоков данных выбирается равным k бит, причем ненулевые подблоки рассматриваются как двоичные числа, а подблок, состоящий из k нулевых битов интерпретируется как число $m = 2^k$. Выполнение одной операции умножения по

модулю $m = 2^k + 1$ требует осуществления одного арифметического умножения k -битовых двоичных чисел и не более трех операций сравнения. Действительно, пусть либо $a \neq 2^k$, либо $b \neq 2^k$, тогда произведение ab представляет собой $2k$ -битовое двоичное число, которое можно рассмотреть как конкатенацию двух k -битовых чисел w_1 и w_2 , т.е. $ab = w_1 \parallel w_2$. Запишем это произведение в виде $ab = w_1 \parallel w_2 = 2^k w_1 + w_2 = (2^k + 1)w_1 + w_2 - w_1 \Rightarrow ab \equiv w_2 - w_1 \pmod{2^k + 1}$.

Из последнего соотношения следует

$$ab \pmod{2^k + 1} = (w_1 \parallel w_2) \pmod{2^k + 1} = \begin{cases} w_2 - w_1, & \text{если } w_2 > w_1, \\ 2^k + 1 + w_2 - w_1, & \text{если } w_2 < w_1. \end{cases}$$

Если оба k -битовых операнда имеют значение, равное 2^k , то «по определению» в качестве произведения берется значение 1. Таким образом, для выполнения операции умножения по модулю $m = 2^k + 1$ требуется выполнить не более трех сравнений, одного сложения, одного вычитания и одного арифметического умножения, т.е. операция умножения по этому модулю выполняется достаточно быстро, причем она является обратимой для всех возможных значений k -битовых операндов. Однако при синтезе шифров имеются проблемы с использованием перемножения k -битовых подблоков данных, поскольку обратная операция требует вычисления обратного значения по модулю, что имеет достаточно высокую временную сложность и приводит к существенному снижению скорости шифрования. Кроме того, если число $m = 2^k + 1$ не является простым, то для случая, когда один из операндов не является взаимно простым с модулем, обратное преобразование становится неоднозначным, что делает алгоритм шифрования некорректным, если оба операнда являются подблоками данных.

С учетом этих замечаний можно рекомендовать использовать умножение данного типа для случая, когда один из операндов является k -битовым подключом, причем в качестве подключей используются только значения, взаимно простые с модулем, т.е. в процедуру генерации ключа шифрования следует включить подпроцедуру проверки каждого подключа на взаимную простоту с модулем. Для этого можно применить расширенный алгоритм Евклида, который одновременно с проверкой на взаимную простоту позволит вычислить и обратное значение для каждого подключа, что требуется для выполнения процедуры расшифрования. Данная процедура выполняется на этапе предвычислений и не снижает производительности алгоритма шифрования (за исключением достаточно редких случаев шифрования в режиме частой смены ключей). При использовании значений $k = 32; 64; 128$ число $m = 2^k + 1$ представляет собой произведение двух достаточно больших простых чисел, поэтому сокращение числа возможных значений подключа не является существенным (см. табл. 1). Число недопустимых значений подключа составляет $n = m - \varphi(m) = pq - (p-1)(q-1)$, где q и p – простые делители числа m ; $\varphi(m)$ – функция Эйлера. Доля необратимых значений d достаточно мала и может быть вычислена по формуле

$$d = n/m = \frac{1}{p} + \frac{1}{q} - \frac{1}{pq} < \frac{1}{p} + \frac{1}{q}.$$

Таблица 1

Число необратимых классов вычетов по модулю m оценка их доли

k	m	q	p	n	доля
32	$2^{32}+1$	641	6700417	6701057	0,15 %
64	$2^{64}+1$	274177	67280421310721	67280421584897	$3 \cdot 10^{-4}$ %
128	$2^{128}+1$	59649589127497217	5704689200685129054721	5704748850274256551937	$1,7 \cdot 10^{-15}$ %

При использовании умножения по модулю $m = 2^k$ указанные выше замечания о возможности однозначного выполнения обратной операции сохраняются, поэтому следует использовать только

подключи имеющие нечетные значения. Это сокращает в два раза число возможных значений операнда-подключи. В сравнении с предыдущим случаем это уже является достаточно существенным сокращением ключевого пространства, что можно компенсировать увеличением числа независимых подключей, используемых в алгоритме шифрования. Однако основным недостатком второго случая является необходимость использования двух умножений по модулю $m = 2^k$ для «выравнивания» лавинного эффекта.

Операция умножения по модулю $m = 2^k - 1$ также могут быть выполнены без осуществления операции арифметического деления и представляют интерес для синтеза блочных шифров [2], однако обратная к ней операция не для всех возможных значений подблока данных является обратимой (это имеет место и в случае, когда подключи, используемые в качестве второго операнда, являются взаимно простыми с модулем). Это обстоятельство следует учитывать при построении алгоритма шифрования. Например, эта операция может быть использована при построении раундовой функции в шифрах, синтезируемых на основе сети Фейстеля или с использованием аналогичных конструкций.

3. Использование операций умножения векторов

Для применения алгебраических операций над подблоками данных требуется использование таких алгебраических структур, которые обеспечивают возможность однозначной интерпретации любого значения битовой строки заданного размера как элемента этой структуры. Кольца двоичных многочленов с операцией умножения по модулю двоичного многочлена степени s позволяют естественным образом интерпретировать любой s -разрядный двоичный вектор как элемент этого кольца. При этом операция сложения, умножения и деления двоичных многочленов имеет достаточно низкую временную сложность при аппаратной реализации, а при программной реализации при значениях $s \leq 8$ операцию модульного умножения можно выполнить за одно обращение к оперативной памяти, в которую размещается таблица модульного умножения двоичных многочленов. При этом обратимость преобразования подблоков данных обеспечивается тем, что используемые подключи-операнды представляют собой двоичные многочлены, являющиеся взаимно простыми с модулем, по которому задается операция умножения в конечном кольце многочленов. Если в качестве модуля выбирается неприводимый многочлен, то кольцо векторов будет представлять собой конечное расширение степени s поля $GF(2)$.

Поля такого типа можно использовать для задания конечных колец векторов [11,12], а последние – для построения алгебраических блочных шифров. В этом случае подблоки данных и подключи интерпретируются как вектора над двоичным расширенным полем. На выбор подключей накладывается требование обратимости, что обеспечивает однозначность обратного преобразования путем умножения на обратные значения подключей. При соответствующем определении операции умножения векторов используемое векторное пространство представляет собой конечное расширение конечного двоичного поля $GF(2^s)$, что обеспечивает обратимость преобразования подблоков данных для всех значений подключей, кроме нулевого. Достоинством использования операции умножения векторов состоит в том, что оно для его осуществления требуется выполнение только операций в поле $GF(2^s)$, причем векторное умножение может быть эффективно распараллелено, т. е. все координаты вектора-результата могут вычисляться одновременно.

4. Реализация блочного шифра

Рассмотрим конкретный 64-битовый блочный шифр на основе операции умножения по модулю $m = 2^k + 1$. Входной блок данных T представим в виде конкатенации двух 32-битовых подблоков данных: $T = (A, B)$, где $A = (a_1, a_2, a_3, a_4)$ и $B = (b_1, b_2, b_3, b_4)$ – 32-битовые подблоки данных, представленные в виде конкатенации четырех 8-битовых слов. В качестве секретного ключа используются четыре 32-битовых подключи K_1, K_2, K_3, K_4 , таких, что каждый из них является взаимно простым с модулем. Обратные значения $K_1^{-1}, K_2^{-1}, K_3^{-1}, K_4^{-1}$ этих подключей вычисляются на этапе предвычислений. Процедура шифрования описывается следующей последовательностью шагов преобразования:

1. Установить число раундов шифрования $r = 3$ и значение счетчика $i = 0$.
2. Преобразовать входной блок данных в соответствии с формулой

$$T \leftarrow \text{Crypt}^{(e)}(T, Q_{1+4i}, Q_{2+4i}, Q_{3+4i}, Q_{4+4i}).$$
3. Прирастить значение счетчика: $i \leftarrow i + 1$.
4. Если $i \neq r$, то перейти к шагу 2. В противном случае СТОП.

Значение $e = 1$ соответствует режиму шифрования, а $e = 0$ – режиму расшифрования. Функция шифрования $\text{Crypt}^{(1)}$ описывается следующим алгоритмом (« $\leftarrow$ » – операция присваивания; « $X \lll z$ » – операция циклического сдвига битовой строки X на z битов; « $\leftrightarrow$ » – операция обмена значениями):

1. $(a_1, a_2, a_3, a_4) \leftarrow (((a_1, a_2, a_3, a_4) + Q_{2+4i}) \bmod 2^{32}) Q_{1+4i} \bmod (2^{32} + 1)$.
2. $(b_1, b_2, b_3, b_4) \leftarrow (((b_1, b_2, b_3, b_4) + Q_{3+4i}) \bmod 2^{32}) Q_{2+4i} \bmod (2^{32} + 1)$.
3. $(a_1, a_2) \leftrightarrow (b_1, b_2)$.
4. $(a_1, a_2, a_3, a_4) \leftarrow (a_1, a_2, a_3, a_4) \lll 11$.
5. $(a_1, a_2, a_3, a_4) \leftarrow \{((a_1, a_2, a_3, a_4) Q_{3+4i} \bmod (2^{32} + 1)) + Q_{4+4i}\} \bmod 2^{32}$.
6. $(b_1, b_2, b_3, b_4) \leftarrow (b_1, b_2, b_3, b_4) \lll A$.
7. $(b_1, b_2, b_3, b_4) \leftarrow \{((b_1, b_2, b_3, b_4) Q_{4+4i} \bmod (2^{32} + 1)) + Q_{1+4i}\} \bmod 2^{32}$.

Функция шифрования $\text{Crypt}^{(0)}$ описывается следующим алгоритмом:

1. $(b_1, b_2, b_3, b_4) \leftarrow (((b_1, b_2, b_3, b_4) - Q_{1+4i}) \bmod 2^{32}) Q_{4+4i}^{-1} \bmod (2^{32} + 1)$.
2. $(b_1, b_2, b_3, b_4) \leftarrow (b_1, b_2, b_3, b_4) \ggg A$.
3. $(a_1, a_2, a_3, a_4) \leftarrow (((a_1, a_2, a_3, a_4) - Q_{4+4i}) \bmod 2^{32}) Q_{3+4i}^{-1} \bmod (2^{32} + 1)$.
4. $(a_1, a_2, a_3, a_4) \leftarrow (a_1, a_2, a_3, a_4) \ggg 11$.
5. $(a_1, a_2) \leftrightarrow (b_1, b_2)$.
6. $(b_1, b_2, b_3, b_4) \leftarrow \{((b_1, b_2, b_3, b_4) Q_{2+4i}^{-1} \bmod (2^{32} + 1)) - Q_{3+4i}\} \bmod 2^{32}$.
7. $(a_1, a_2, a_3, a_4) \leftarrow \{((a_1, a_2, a_3, a_4) Q_{1+4i}^{-1} \bmod (2^{32} + 1)) - Q_{2+4i}\} \bmod 2^{32}$.

Расписание использования секретного ключа представлено в таблице 2.

Таблица 2

Расписание использования ключа

	Q_1	Q_2	Q_3	Q_4	Q_5	Q_6	Q_7	Q_8	Q_9	Q_{10}	Q_{11}	Q_{12}
$e = 1$	K_1	K_2	K_3	K_4	K_2	K_3	K_1	K_4	K_3	K_4	K_1	K_2
$e = 0$	K_3	K_4	K_1	K_2	K_2	K_3	K_1	K_4	K_1	K_2	K_3	K_4

Приведенный выше алгоритм шифрования ориентирован на применение с 32-битовыми микропроцессорами. Для случая 64-битовых микропроцессоров легко записать аналогичный алгоритм блочного шифрования, в котором входной блок данных имеет размер 128 бит, обеспечивая повышение производительности в два раза, за счет использования умножения по модулю $2^{64} + 1$. При программной реализации данного алгоритма обеспечивается скорость шифрования не менее 10 Мбит/с для современных массовых 32-разрядных микропроцессоров. Выполненные исследования статистических свойств данного алгоритма показали, что он уже при выполнении одного раунда шифрования ($r = 1$) удовлетворяет стандартным требованиям. Два дополнительных раунда шифрования добавлены для получения существенного «запаса прочности» по безопасности. Стойкость к атакам на основе известных и специально подобранных текстов обеспечивается применением операций преобразования, относящимся к различным алгебраическим структурам, включающих операцию модульного умножения обеспечивающую хорошие рассеивающие и перемешивающие свойства шифрующего преобразования.

Заключение

Выполненная работа показала, что использование алгебраических операций при синтезе блочных шифров позволяет добиться высокой производительности и хороших статистических свойств. Применение таких шифров представляет интерес для программной и микропрограммной реализации, когда микропроцессор или микроконтроллер включают в набор своих элементарных команд операцию арифметического умножения, что является достаточно распространенным случаем на практике. Полученные результаты также показывают перспективность применения алгебраических операций для построения скоростных программных хэш-функций итеративного типа, для которых

требуется использование раундовых хэш-функций с выраженным лавинным эффектом. Однако разработка как блочных шифров, так и итеративных хэш-функций, для каждого конкретного случая потребует анализа стойкости к специальным типам атак, число которых является достаточно большим. В настоящей работе обосновывается общий подход к проектированию блочных шифров на основе алгебраических операций, каждый конкретный случай его использования для синтеза конкретного блочного шифра потребует проведения ряда специальных работ независимыми исследователями, затрагивающие рассмотрение его стойкости к разнообразным методам криптоанализа, что представляет предмет самостоятельного и трудоемкого исследования.

Полученные результаты по разработке блочных шифров на основе стандартных арифметических операций микропроцессоров общего назначения показывают, что использованный подход представляет также интерес для разработки программно-ориентированных хэш-функций, которые имеют значительную практическую востребованность для реализации механизмов контроля целостности информации. Задача разработки хэш-функций такого типа также составляет предмет самостоятельного направления исследований.

Работа выполнена в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (контракт №П635).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Menezes A. J., Vanstone S.A. Handbook of Applied Cryptography. CRC Press, 1996. 780 p.
2. Schneier B., Applied Cryptography: Protocols, Algorithms, and Source Code (Second Edition) – New York.: John Wiley & Sons. 1996. 758 p.
3. Proceedings of the 1st Advanced Encryption Standard Candidate Conference. Venture, California. August 20–22, 1998.
4. Pieprzyk Josef, Hardjono Thomas and Jennifer Seberry. 2003. Fundamentals of Computer Security. Springer-Verlag.
5. Rivest R.L. The RC5 Encryption Algorithm // 2d Int. Workshop «Fast Software Encryption». Proc./ Springer-Verlag LNCS. 1995, Vol. 1008. P. 86 – 96.
6. Rivest, R. L., Robshaw, M. J. B., Sidney, R. and Y. L.Yin. 1998. The RC6 Block Cipher. In Proceedings of the 1st Advanced Encryption Standard Candidate Conference. Venture, California. August 20–22. 1998.
7. Kelsey J., Schneier B., Wagner D., Related-Key Cryptanalysis of IDEA, G-DES, GOST, SAFER, and Triple-DES, Advances in Cryptology – CRYPTO'96 Proceedings. LNCS 1109. Springer Verlag. 1996. P. 237 – 251.
8. Алексеев Л.Е., Молдовян А.А., Молдовян Н.А. Алгоритмы защиты информации в СЗИ НСД «СПЕКТР-Z» // Вопросы защиты информации, 2000, №3. С.63–68.
9. Болотов А.А., Гашков С.Б., Фролов А.Б., Часовских А.А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию. Алгебраические и алгоритмические основы. М., КомКнига, 2006.324 с.
10. Доронин С.Е., Молдовян Н.А., Синев В.Е. Конечные расширенные поля для алгоритмов электронной цифровой подписи // Информационно-управляющие системы. 2009. № 1. С. 33–40.
11. Молдовян Н.А. Теоретический минимум и алгоритмы цифровой подписи // С-Петербург, Петербург-БХВ, 2010. 304 с.
12. Дернова Е.С., Костина А.А., Молдовян Н.А., Молдовяну П.А. Направления применения конечных векторных пространств в криптографии // Вопросы радиоэлектроники. Серия общетехническая. 2009. Выпуск 2. С.164–174.

Полонский А.М., Москалева О.И.

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ МАЛОЙ КОМПАНИИ

Теоретические и практические аспекты обеспечения необходимого уровня информационной безопасности (ИБ) малой компании требуют дополнительного анализа. Как правило, информационная система (ИС) такого рода компаний содержит относительно небольшое число компьютеров и такие компании не могут по своему бюджету содержать в штате квалифицированного специалиста по информационной безопасности, приобрести и грамотно установить сертифицированное оборудование и программное обеспечение и т.п. Несмотря на это, ценность информационных ресурсов компании соизмеримы с ее бюджетом и требуют адекватной защиты. Дополнительные требования к ИБ компании выдвигаются и партнерами по информационному обмену юридически значимыми документами: коммерческими организациями (банками) и контролирующими органами (Федеральной налоговой службой, Пенсионным фондом России и др.). Возникают задачи защиты персональных данных сотрудников и (в ряде случаев) – клиентов компании.

Фактически малая компания имеет самоорганизующуюся ИТ-инфраструктуру без четкого и явного администрирования. Компьютерная сеть компании является одноранговой (без выделенного сервера – контроллера домена) и организационной единицей для администрирования является рабочая группа.

На первый взгляд, выходом из создавшейся ситуации является аутсорсинг, т.е. делегирование внешней специализированной компании всех вопросов, связанных с администрированием ИС компании и обеспечения ее безопасности.

Принципиальным недостатком такого подхода является то обстоятельство, что надежность и добропорядочность аутсорсинговой компании может вызывать сомнения, а привлечение признанных лидеров аутсорсинга, имеющих необходимые лицензии ФСЭК и ФСБ для малой компании будет затратно.

Выходом из положения для небольших компаний является обеспечение ИБ собственными силами. Первоначально руководству компании следует построить политику ИБ компании, определив

модель потенциального нарушителя, в роли которого может выступать сотрудник компании, так называемый «инсайдер» (штатный сотрудник, совместитель или иное лицо, привлекаемое по договору), клиент компании (посетитель офиса и/или посетитель сайта компании) и т.д. В политике ИБ компании следует выделить основные каналы реализации угроз. Основное внимание следует уделить следующим аспектам.

1. *Администрирование пользователей компьютеров.* Жесткое разграничение прав доступа предполагает централизованное управление, которое должно осуществляться в сетях Microsoft Windows с помощью выделенного сервера, ответственного за администрирование пользователей – контроллера домена, на котором работают службы каталогов и располагается хранилище данных каталогов. Контроллер домена хранит параметры учетных записей пользователей, параметры безопасности (применимо к томам с файловой системой NTFS), параметры групповой и локальной политик [1]. Данная технология показала свою высокую надежность, но может быть не приемлема небольшой компании по бюджетным затратам. В таблице 1 приведены затраты на системное программное обеспечение ИС компании, состоящей из 10 компьютеров-рабочих станций.

Таблица 1

Компонента ИС	Программное обеспечение	Тип лицензии	Цена, руб.	Кол.	Стоимость, руб
Рабочая станция	Операционная система	WinPro 7 RUS OLP NL Legalization GetGenuine	5'108,00	10	51'080,00
	Клиентская лицензия	WinSvrCAL 2008 RUS OLP NL DvcCAL	925,00	10	9'250,00
Сервер (контроллер домена)	Microsoft Windows Server 2008R2	WinSvrStd 2008R2 RUS OLP NL	22'846.00	1	22'846.00
				Итого:	83'176,00

Затраты на администрирования с помощью выделенного сервера (контроллера домена) для одной рабочей станции составляют

$$Zws = (Cls + Chw) / N + Ccl \quad (1)$$

где:

Cls – стоимость лицензии на серверное ПО;

Chw – стоимость серверной платформы (аппаратуры собственно сервера);

N – количество компьютеров (рабочих станций);

Ccl – стоимость клиентской лицензии.

Средняя стоимость современной серверной платформы начального уровня, на которой в соответствии с рекомендациями компании Microsoft может функционировать Microsoft Windows Server 2008R2 составляет 40 тысяч рублей, итого затраты по формуле (1) при количестве компьютеров-рабочих станций $N=10$ составляют 7'410 рублей, т.е. сопоставимо со стоимостью собственно аппаратной платформы рабочей станции.

В данных расчетах не приведены затраты на прикладное и технологическое ПО, однако сумма представляется для малых компаний чрезмерной, тем более – действует и психологический фактор: компьютер-сервер принципиально нельзя использовать в качестве рабочей станции и с точки зрения руководителя компании данное оборудование просто «простаивает».

При использовании компьютеров в одноранговой сети небольшой компании администраторы пренебрегают общеизвестным правилом – «пользователь должен иметь столько прав, сколько ему необходимо для повседневной работы» и предоставляют пользователям максимально возможные, т. е администраторские права. Эта позиция объясняется тем, что сотрудники должны самостоятельно подключать внешние устройства, устанавливать программы и т.п. Данная политика безопасности приводит к негативным последствиям вследствие нарушения правил разграничения доступа к объектам информационной системы компании, возможной потери информации ввиду ошибок пользователей, а также потенциальной возможности заражения компьютеров вредоносным программным кодом [2].

Для минимизации отрицательных последствий представляется целесообразным следующий подход: на каждом компьютере-рабочей станции создается эталонный образ системных файлов, в том числе – уже инсталлированного ПО и в случае серьезных проблем с работоспособностью рабочей станции ее программное обеспечение может быть восстановлено из имеющегося образа. Для создания образов целесообразно применения программы **Acronis True Image**, версия Home 20011 данной программы, ориентированная на использование в условиях SOHO (малый офис/домашний офис) стоит 928 рублей.

2. *Политика использования сменных носителей.* Сменный носитель информации – флэш-накопитель является потенциальной угрозой утечки информации, которую могут реализовать как недобросовестные сотрудники компании, так и иные лица, получившие доступ к флэш-накопителю.

Очевидное решение – отключить USB-порты на компьютере – в условиях малой компании неприемлемо, поскольку:

- для управления портами требуются административные полномочия, а как было показано – в малой компании они есть у всех пользователей;
- USB-порты используются для подключения не только флэш-накопителей, но и других устройств: сканеров, цифровых фото- видеокамер и т.п.

Выходом из положения является совместное применение организационных мероприятий и программных средств.

Организационные мероприятия – разработка и доведения до сведений пользователей – сотрудников компании инструкций по использованию сменных накопителей (в виде самостоятельного документа, раздела в политике информационной безопасности компании и т.д.), использование исключительно зарегистрированных USB-устройств, проведение аудита по проверке выполнения инструкций со стороны руководства компании или лица, ответственного за информационную безопасность; аудит может быть как плановый, так и внеплановый.

Программные средства следует разделить на три категории:

- средства аудита, позволяющие при проверке выявить использование незарегистрированных накопителей;
- средства, позволяющие блокировать все накопители (USB-устройства), за исключением зарегистрированных;
- комбинированные, сочетающие функции аудита и управления.

Примеры программных средств для работы с USB-устройствами в ИС малой компании приведены в таблице 2.

Таблица 2

Наименование	Функциональные возможности	Требование инсталляции	Стоимость, руб.	Примечание
DeviceLock	Аудит использования USB-устройств	Да	1'500	Single-лицензия (на 1 компьютер)
USBDeview		Нет	Бесплатно	
SecretNet 5.1 (автономный вариант)	Аудит использования USB-устройств и управление USB-устройствами	Да	6'400	

3. *Политика использования* Интернет-ресурсов компании (доступом к web-сайтам, серверам электронной почты), возможности посещения сайтов социальных сетей и других ресурсов, явно не имеющих отношения к деятельности компании.

Задача доступа в Интернет корпоративной сети, имеющей один канал, предоставляемый провайдером, решается на аппаратном и/или программном уровне. Как правило, для доступа в Интернет для небольших компаний используются простейшие аппаратные шлюзы (маршрутизаторы, роутеры), изначально предназначенные для домашнего использования и не позволяющие реализовать необходимые требования по безопасности. Для защиты компьютеров-рабочих станций дополнительно используются персональные брандмауэры, входящие в состав операционных систем и/или дополнительные, например, предлагаемые разработчиками антивирусного ПО.

Наиболее распространенные аппаратные шлюзы приведены в таблице 3.

Таблица 3

Тип, модель	Изготовитель	Основные функции	Цена, руб.	Примечание
Беспроводной маршрутизатор DIR-320	D-Link	Маршрутизатор, межсетевой экран, точка доступа Wi-Fi 802.11g	1'990	Поддерживает фильтрацию URL-адресов
Беспроводной маршрутизатор WL-520g	ASUS		2'550	
Беспроводной маршрутизатор P-330W EE	ZyXEL		2'090	
Беспроводной маршрутизатор WRT54GH	LinkSys		3'190	Поддерживает фильтрацию URL-адресов по ключевым словам

Недостаток данного подхода очевиден – при внедрении вредоносного программного кода (вирусов) на компьютер – рабочую станцию данный компьютер превратится в инсайдера всей компании. Для реализации защиты от внешних вторжений следует отказаться от простейших маршрутизаторов и использовать, например, аппаратно-программный комплекс на основе весьма несложного (по современным меркам) компьютера и Linux-шлюза с соответствующей настройкой маршрутизации.

На рынке имеется достаточно широкая номенклатура шлюзов-маршрутизаторов доступа в Интернет для корпоративной сети. Изначально такого рода решения создавались для Интернет-провайдеров, т.к. являются полноценной автоматизированной системой расчетов (АСР), имеют соответствующий сертификат Мининформсвязи, что явно избыточно для организации внутреннего

шлюза небольшой компании. Ряд решений предполагают использование серверной платформы компании Microsoft; как уже отмечалось (см. таблицу 1) стоимость актуальной на настоящее время серверной платформы от Microsoft — Windows Server 2008 R2 (включая 10 клиентских лицензий) составляет 32 тысяч рублей. Таким образом, стоимость шлюза в целом будет составлять более 50 тысяч рублей.

Для снижения стоимости шлюза целесообразно использовать свободное программное обеспечение. Интересна реализация программного шлюза доступа в Интернет с помощью программы IPStat компании CodeArt. Одновременно такая система обеспечит учет внутреннего трафика и блокирование ненужных Интернет-ресурсов. Такой маршрутизатор (на базе Linux+IPstat) является весьма защищенным, т.к. сотрудники офиса не имея необходимого навыка для работы с Linux-программами не будут иметь реальной возможности вмешаться в его работу, в то же время первоначальная настройка хорошо документирована. Требования к аппаратной платформе для такого шлюза минимальны (например, достаточно платформы на основе Intel Celeron 1300MHz с 256Мб оперативной памяти). Стоимость собственно программы IPStat составляет 1000 руб. на 10 пользователей [3].

4. Безопасность электронной почты. Публикация почтовых адресов сотрудников компании на официальном сайте данной компании, тематических Интернет-ресурсах, предоставление адресов партнерам по бизнесу и потенциальным клиентам приводит к потоку нежелательных почтовых сообщений (спам) на почтовые ящики компании. Негативные последствия спама общеизвестны: данные сообщения приводят к нецелевому использованию Интернет-канала компании, отвлекают сотрудников, являются потенциальным источником вредоносного программного кода (компьютерных вирусов). При рассмотрении вопроса построения почтовой системы небольшой компании следует исходить из предпосылок, что организовывать почтовый сервер в составе ИС компании нецелесообразно, поскольку требует специального серверного оборудования и высококвалифицированного обслуживания.

Использование в качестве почтового сервера компании бесплатных сервисов электронной почты (google.com, mail.ru и др.) не всегда целесообразно, поскольку следует организовывать почтовые ящики в домене компании.

Размещение почтового сервера компании на стороннем сервере, поддерживающим web-хостинг, например, AvaHost.ru, Hoster.ru, Majordomo.ru и др. не позволит создать эффективную и удобную в эксплуатации корпоративную почтовую систему, поскольку указанные компании считают своей основной задачей именно web-хостинг и предлагают весьма ограниченную защиту почты клиентов от спама.

Организация защиты от нежелательной почты на каждой рабочей станции с помощью известных антивирусных программ в известной мере решит проблему борьбы со спамом, но нецелевой Интернет-трафик будет циркулировать в канале связи с провайдером и нежелательные письма все равно будут поступать на компьютеры пользователей и блокироваться.

Предлагается использовать корпоративную систему защиты электронной почты на основе программного комплекса CodeArt Email Security (CES). Базовые функции сервиса: получение и хранение почты, очистка почты от вирусов и от нежелательной корреспонденции. CES анализирует почту по имеющимся критериям и, если письмо не может быть отнесено к спаму, то оно передается к клиенту, в противном случае – помещается в карантин спама на внешнем сервере. Любой сотрудник компании, не получивший письмо, может просмотреть карантин спама и переслать себе письмо. Данная система распространяется на условиях аренды, стоимость годового абонемента составляет 12 тысяч рублей.

Заключение

Для реализации политики информационной безопасности для малой компании достаточно использовать одноранговую архитектуру информационной системы с созданием образов программной среды компьютеров-рабочих станций, для контроля использования флэш-накопителей следует использовать программы типа USBDeview, для доступа в Интернет – программный шлюз на основе Linux+IPStat, защиту корпоративной электронной почты осуществлять с помощью программного комплекса CodeArt Email Security.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уильям Р. Станек. Windows Server 2008. Справочник администратора. СПб.: БХВ-Петербург, 2009
2. Скотт Бармен. Разработка правил информационной безопасности. СПб.: Вильямс, 2002 г.
3. IPStat. Интернет-статистика. [Электронный ресурс]: URL: <http://ipstat.code-art.ru/> (дата обращения 09.02.2011)
4. CodeArt Email Security (CES). [Электронный ресурс]: URL <http://ces.code-art.ru/> (дата обращения 09.02.2011)



ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Алексеев С.А., Примакин А.И.

**Россия, Санкт-Петербург, Научно-исследовательский центр РЭВ ВМФ 24 ЦНИИ МО РФ,
Санкт-Петербургский университет МВД России
ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТРЕНАЖЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ–ОПЕРАТОРОВ АСУ МВД**

В данной статье определены перечень задач квалиметрии тренажерной подготовки и номенклатура методов педагогической диагностики, которые могут быть использованы при диагностике качества тренажерной подготовки. Рассмотрена методика развертывания функции измерения качества тренажерной подготовки в виде обобщенной схемы процесса выработки числовых значений показателей качества объектов системы тренажерной подготовки.

Поскольку успешность профессиональной деятельности выпускника учебного заведения системы МВД является основным показателем эффективности образовательного процесса в целом, а тренажерная подготовка (ТП) на основе компьютерных систем является одной из компонент этого процесса, то возникает необходимость спрогнозировать степень этой успешности.

Методы моделирования управления качеством ТП специалистов–операторов АСУ МВД обеспечивают выделение системы единичных показателей качества, определяющих эффективность для организационной и дидактической подсистем системы управления качеством тренажерной подготовки (СУКТП) в целом.

Исходя из сказанного и анализа литературы [1, 2, 3, 4, 5] можно определить этапы процесса управления качеством ТП специалистов-операторов АСУ МВД:

- разработка методов и инструментария для получения числовых значений показателей качеством ТП;
- проведение процедур изменения числовых значений показателей качества ТП;
- проведение агрегирования единичных показателей качеством ТП в групповые и последних в интегральный;
- вычисление числового значения интегрального показателя качеством ТП;
- сравнение полученного значения интегрального показателя с критериальным (эталонным, заданным) значением;
- принятие руководителем ТП решения о необходимости управляющего воздействия на некоторый элемент системы ТП с целью изменения его качественных характеристик для устранения рассогласования с критериальным значением показателя;
- определение вида и содержания управляющего воздействия на обучающегося (обучающихся) руководителем ТП (сравнение конкурирующих вариантов и выбор наилучшего);
- реализация принятого решения с помощью СУКТП.

В общем виде задача прогноза может быть задана в следующей постановке.

Пусть имеются числовые значения (оценки) показателей качества ТП $x_{ij}(t)$ на некоторый момент времени t , а также оценки показателей реальной успешности деятельности выпускника учебного заведения МВД $y_i(t + \Delta t)$ на момент $t + \Delta t$, где $i = 1, \dots, n$; n – количество компонент ТП, $j = 1, \dots, m$; m – количество показателей качества компонент ТП. Требуется на основании значений x_{ij} сформировать ряд правил, позволяющих с заданной точностью предсказать значение y_i не только для исходной, но и для некоторой расширенной выборки объектов МВД. Характеристика y_i – это прогнозируемая переменная; x_{ij} – прогностический признак; Δt – глубина прогноза.

При решении сформулированной задачи прогноза наиболее часто выбирается класс линейных функций вида:

$$y_i = \sum_{j=1}^m a_j x_{ij}, \quad (1)$$

где a_j – весовой коэффициент, причем $\sum_{j=1}^m a_j = 1$, $a_j \geq 0$.

В зависимости от величины Δt выделяют диахронный ($\Delta t > 0$) и синхронный ($\Delta t \approx 0$) прогнозы. Последний вид прогноза – это диагностика. Следовательно, различие между задачами прогноза и диагностики успешности деятельности выпускника, прошедшего ТП в учебном заведении МВД, в реальных условиях профессиональной деятельности по управлению техникой и объектами МВД с точки зрения методов восстановления функции F при $y_i = F(x_{ij})$ практически отсутствует, а заключается только в величине Δt .

Измерение качества объектов системы ТП предусматривает процедуру, при которой показатель качества объекта системы ТП сравнивается с некоторым эталоном и получает числовое значение в определенном масштабе или шкале. Для того, чтобы определить правила, в соответствии с которыми приписываются числа качественным признакам (свойствам) объектов системы ТП для чего необходимо определить их структуру и процесс функционирования, т.е. построить модели управления качеством.

Вопрос измерения качества процесса ТП тесно связан с другими вопросами, вытекающими из сущности категории качества:

1. Качественные характеристики процесса ТП, как правило, изменяются в ходе взаимодействия объектов системы ТП. Динамика качества процесса ТП приводит к динамике его отдельных характеристик. Следовательно, применительно к процедуре измерений показателей качества объектов системы ТП возникает необходимость проведения не единичных, а множественных измерений (мониторинга) одной и той же характеристики.

2. Качество процесса ТП рассматривается как иерархическая организация совокупности характеристик (свойств) составляющих его компонент, т.е. качество – это многоуровневая система.

3. Качество объектов системы ТП всегда имеет определенную ценность для руководителя ТП и обучающихся. Эта ценность должна определяться количественно, но даже при полной невозможности количественной оценки проявления какого-либо свойства конкретного объекта системы ТП, всегда можно провести его измерение по шкале двухуровневого типа «пригодно» – «непригодно».

4. Качество обладает как внутренней обусловленностью, формирующей его потенциальный характер, так и внешней, которая формирует его реальный характер в ходе процесса ТП. Для процедуры измерения показателя качества объекта системы ТП это означает, во-первых, установление типа и величины шкалы (границ измерений), во-вторых, позволяет измерить и оценить эффективность процесса ТП как меру соответствия потенциального и реального качества.

Измерение качества процесса ТП связано с развертыванием алгоритма функций в виде системы взаимосвязанных действий: обобщенной схемы процесса выработки числовых значений показателей качества объектов системы ТП (Рисунок 1).



Рис. 1. Обобщенная схема процесса выработки числовых значений показателей качества объектов системы тренажерной подготовки

Формулировка цели данного процесса должна отражать целевую функцию выработки числовых значений показателей в управлении качеством процесса ТП. Цель определяет объект измерения, субъект измерения, отношение объекта и субъекта измерения.

В ходе выполнения классификационных действий определяются классы измерения, их единичных свойств, подлежащих измерению, выявляются внешние индикаторы показателей качества проявления единичных свойств, определяется номенклатура методов «свертки» единичных свойств в групповые, групповых в интегральные и, наконец, дается классификация приемлемых измерительных шкал.

На основании разработанной классификации, определенных методов декомпозиции качества и формирования совокупности показателей качества объектов процесса ТП и СУКТП должна быть построена модель процесса выработки числовых значений показателей качества объектов системы ТП.

Одним из выводов по выше представленному материалу является установление необходимости процедур агрегирования («свертки») частных (единичных и групповых) показателей в некоторые обобщенные (интегральные) показатели качества процесса ТП и СУКТП. Этот факт обусловлен, с одной стороны невозможностью получения оценок обобщенных показателей со сложной структурой непосредственным путем, а только путем оценок составляющих их частных показателей, с другой стороны, – различным весом отдельных показателей в общей структуре оценки качества тренажерной подготовки.

С учетом того, что структура показателей качества объектов системы ТП является иерархической, то ее целесообразно представить в виде дерева, нижний уровень которого (корень) соответствует интегральному показателю качества объекта системы ТП. Ветвление дерева продолжается до получения единичных показателей, через групповые (Рисунок 2). (A_u – интегральный показатель качества; $A_{Г1}$, $A_{Г2}$ – групповые показатели качества; (A_{E1} , A_{E2} , ..., A_{En}), ($A_{E(n+1)}$, $A_{E(n+2)}$, ..., A_{Ek}) – единичные показатели качества)

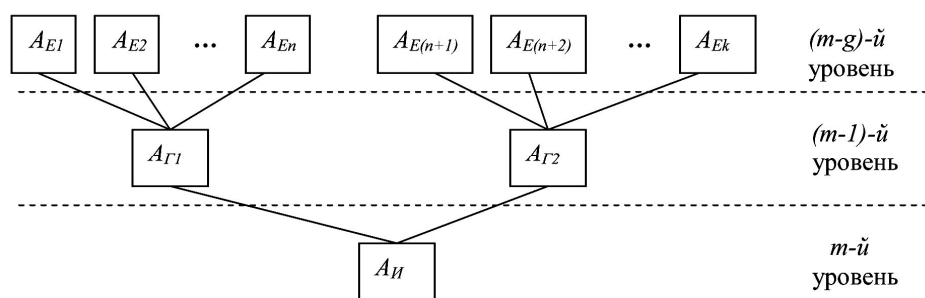


Рис. 2. Фрагмент дерева показателей качества объекта системы ТП

Знание значений частных показателей качества (предпочтения) m -го уровня дает возможность для каждого узла соответствующего $(m-1)$ -го уровня определить значение показателя по формулам:

$$A_{(m-1)1} = \sum_{j=1}^n \omega_{mj} \cdot A_{mj}, \quad j = \overline{1, n}; \quad A_{(m-1)2} = \sum_{j=n+1}^k \omega_{mj} \cdot A_{mj}, \quad j = \overline{(n+1), k}, \quad (2)$$

где:

$A_{(m-1)1}$, $A_{(m-1)2}$ – значения групповых показателей качества $(m-1)$ -го уровня;

A_{mj} – значение j -го единичного показателя качества m -го уровня;

ω_{mj} – весовой коэффициент j -го единичного показателя качества m -го уровня, $\sum_j \omega_{mj} = 1$ для

одного узла.

Частный показатель предпочтения [6] является оценкой частного показателя качества объекта системы ТП, достигнутого в конкретном виде деятельности по управлению качеством объекта системы ТП. Он должен быть функцией $f(x)$, где x – результат управления качеством объекта системы ТП. Эта функция – частная функция предпочтения. Задание функции $f(x)$ может быть реализовано в виде оператора преобразования, который был бы структурно одинаков для всех функций предпочтения, а варьирование оператора от одной функции к другой осуществлялось бы изменением «свободных» параметров x_i . Можно использовать оператор [6] вида:

$$f(x) = \begin{cases} 0 & \text{при } x \leq x_0, \\ \frac{1}{1 + \frac{(x_{0,5} - x_0)(x_1 - x)}{(x_1 - x_{0,5})(x - x_0)}} & \text{при } x_0 < x < x_1, \\ 1 & \text{при } x \geq x_1 \end{cases} \quad (3)$$

где $x_0, x_{0,5}, x_1$ – «свободные» параметры, при которых $f(x)$ принимает значения 0; 0,5 и 1.

С помощью «свободных» параметров фиксируются опорные точки, определяющие минимальную, среднюю и максимальную степень предпочтения. Примерный вид $f(x)$ показан на рисунке 3.

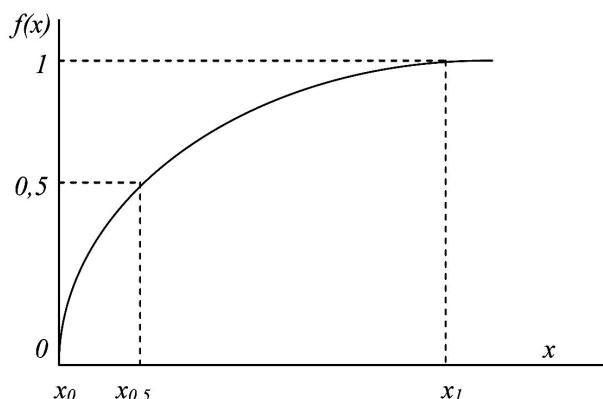


Рис. 3. Функция предпочтения

Формула (3) предполагает, что в диапазоне $x_0 < x_{0,5} < x_1$ большее значение x является более предпочтительным, т.е. выполняется правило «чем больше значение частного показателя предпочтения, тем более эффективно управление качеством объекта системы ТП». Значение показателя предпочтения, независимо от масштаба и единиц измерения аргумента $f(x)$, безразмерно и лежит в диапазоне от 0 до 1. Благодаря этому оно может быть использовано в качестве нормативной оценки для любого частного показателя качества объекта системы ТП в формуле (2). При этом оценки, полученные для разных показателей качества, оказываются практически сравнимыми.

Укрупненную схему получения показателя качества объекта системы ТП можно представить следующим образом:

1. Определение значений «свободных» параметров;
2. Вычисление требуемых весовых коэффициентов;
3. Формирование частных функций предпочтения;
4. Определение частных показателей предпочтения для всех форм функционирования объекта системы ТП;

5. Выработка показателя качества реализации процесса ТП, вычисляемого как средневзвешенная сумма частных показателей предпочтения.

Таким образом, после разработки содержания процедур определения частных показателей предпочтения и весовых коэффициентов для расчета частных показателей качества различных уровней необходимо установить специфику «свертки» (агрегирования) частных показателей качества объектов системы тренажерной подготовки в интегральный показатель качества названной системы в целом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багрецов С.А. Квалиметрия групповой деятельности операторов сложных систем управления / С.А. Багрецов, А.Б. Бондаренко, Б.Б. Обносов; под ред. Б.С. Алешина. М.: Физматлит, 2006. 384 с.: ил.
2. Барашков П.Н. Интенсификация учебно-воспитательного процесса в ВВУЗЕ: Проблемы управления, эффективности и пути их решения / П.Н. Барашков, М.И. Житницкий, А.М. Захаров. Л.: ВКАС им. С.М. Буденного, 1990. 212с.
3. Висленев А.Н. Автоматизация процесса управления формирования интеллектуальных умений на основе адаптивной диагностики деятельности обучающегося: Диссертация канд. тех. наук. – Петродворец: ВМИРЭ, 2001. 169с. ДСП
4. Житницкий М.И. Основы управления процессом обучения с учетом активизации человеческого фактора / М.И. Житницкий // – Л.: Изд-во ВМУЗ, 1987. 146с.
5. Квалиметрия и управление качеством. Инструменты управления качеством: Учеб. пособие. / С.В. Пономарев и [др.] – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2005. – 79 с.: ил.
6. Чигирев В.А. Теоретические основы и методы совершенствования управления подготовкой военных специалистов: Концепция лок. системы непрерыв. подгот. кадров / В.А. Чигирев, В.П. Селегень, И.П. Крюков; под ред. А.И. Захарова, В.А. Чигирева – М.: Изд-во обороны СССР, 1990. – 566 с.

Булдыгина О.С.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
КРИМИНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРЕСТУПЛЕНИЙ**

Развитие науки и технологий в последние годы привело не только к качественному изменению способов фиксации, хранения и обработки информации, но и сделало ее одним из основных и наиболее ценных товаров. Более того, информация представляет собой стратегический ресурс и лежит в основе национального богатства экономически развитого государства. На современном этапе развития нашего общества многие традиционные ресурсы человеческого прогресса постепенно утрачивают свое первоначальное значение. На смену им приходит новый ресурс, единственный продукт не убывающий, а растущий со временем, называемый информацией, которая становится сегодня главным ресурсом научно-технического и социально-экономического развития мирового сообщества. Вместе с тем, информационные процессы не только открыли новые доселе невиданные впечатляющие возможности для прогрессивного развития человечества, но и вызвали одновременно ряд качественно новых угроз, в том числе глобального значения, став серьезным подспорьем для преступности в сфере компьютерной информации как противоправной и осознанной деятельности образованных людей и, следовательно, наиболее опасной для общества.

Действительно, приходится констатировать, что процесс информатизации общества и особенно через его компьютеризацию приводит к увеличению количества компьютерных преступлений, их удельного веса в общей доле преступлений. Конечно, в России в настоящее время абсолютные цифры, характеризующие состояние преступности в сфере компьютерной информации, не велики, а удельный вес в общем числе зарегистрированных преступлений составляет долю процента, однако обращают на себя темпы роста компьютерных преступлений, особенно в Интернете.

Развитие средств коммуникаций способствует ускорению обмена информацией, укреплению личных и деловых связей между частными лицами, организациями, государственными учреждениями, предоставляет возможность практически каждому независимо от времени и местонахождения найти, изучить и использовать интересующие его сведения, материалы. Таким образом, происходит процесс экономической и социальной трансформации – создание глобального информационного общества. В последнее время преступные группы и сообщества начинают активно использовать в своей противоправной деятельности новейшие информационные технологии и компьютерную технику, достижения науки и техники, в том числе основанные на кибернетике. Компьютеризация, развитие информационных технологий, привели к возникновению, закреплению и криминализации в современной России нового вида преступных посягательств. Развертывание научно-технической революции обуславливает не только коренные прогрессивные изменения в составе факторов экономического развития России, но и негативные тенденции развития преступного мира, приводит к появлению новых форм и видов преступлений. Преступные группы и сообщества начинают активно использовать в своей деятельности новейшие достижения науки и техники. Для достижения корыстных целей преступники все чаще применяют системный подход для планирования своих действий, создают системы конспирации и скрытой связи, используют современные технологии и специальную технику, в том числе и всевозможные компьютерные устройства и новые информационно-обрабатывающие технологии. Вызывает особую тревогу факт появления и развития в России нового вида преступных посягательств, ранее неизвестных отечественной юридической науке и практике и связанный с использованием средств компьютерной техники и информационно-обрабатывающей технологии, – компьютерных преступлений. Не исключено, что в Российской Федерации компьютерная преступность имеет высокую степень латентности в связи с общей криминогенной обстановкой и отсутствием до недавнего времени соответствующих норм уголовного законодательства, а также специфичностью самой компьютерной сферы, требующей специальных познаний. Это явление потребовало от российского законодателя принятия срочных адекватных мер противодействия этому новому виду преступности. Высокая общественная опасность преступлений, совершаемых в сфере компьютерной информации, большое количество потерпевших, установленный и более значительный скрываемый материальный ущерб делают борьбу с этим негативным явлением актуальной как и то, что преступность в сфере компьютерной информации все шире используется в контексте организованной преступной деятельности и, особенно, деятельности террористических организаций, которые все активнее начинают использовать в своей противозаконной деятельности новейшие информационные технологии и компьютерную технику.

Информационные технологии быстро становятся жизненно важным стимулом развития мировой экономики. Они также дают возможность всем частным лицам, фирмам и сообществам, занимающимся предпринимательской деятельностью, более эффективно и творчески решать экономические и социальные проблемы. Появление таких комплексных отраслей права как информационное и Интернет право, их активное развитие как на международном, так и на

внутригосударственном уровне позволяет по-новому взглянуть на обозначенную проблему. Защита электронной информации и Интернета возможна различными способами: правовыми, организационными, техническими и т.п. Сфера правового обеспечения защиты указанных объектов включает в себя и уголовно–правовые средства, которые позволяют обеспечить предупреждение наиболее опасных посягательств на информационные общественные отношения, объединенных одним термином – компьютерная преступность.

Проблема необходимости формирования системы уголовно–правового обеспечения безопасности электронной информации, как системы целостной и научно обоснованной, возникла в русле тех глубинных процессов изменений в экономическом и государственном устройстве нашей страны, которым было положено начало во второй половине 80-х годов XX столетия. Все большее распространение локальных и глобальных компьютерных сетей способствует значительному увеличению масштабов нарушений прав владельцев информации. Поэтому проблема обеспечения информационной безопасности и организации безопасного использования возможностей, предоставляемых современными сетевыми технологиями, а также создание системы противодействия компьютерной преступности приобрела сейчас особую актуальность.

В то время как технические и организационные аспекты данной проблемы уже достаточно проработаны и соответствующие меры получили широкое применение, современное правовое регулирование характеризуется пробелами и на национальном, и на международном уровне. Ежегодный экономический ущерб от такого рода преступлений только в США составляет около 100 млрд. долларов, причем многие потери не обнаруживаются или о них не сообщают по причине высокой латентности (скрытности) данных преступлений (90%) [1].

Недостаточная изученность криминологической характеристики компьютерных преступлений, не разработанность системы мер предупредительного характера и вопросов виктимологической профилактики, необходимость совершенствования уголовного законодательства, комплексный анализ правовых и организационно-технических мер противостояния компьютерной преступности – основные направления, требующие углубленного анализа данной проблемы. Следует иметь в виду, что до недавнего времени проблема обеспечения безопасности компьютерной информации в нашей стране не только не выдвигалась на передний край научных исследований, но фактически игнорировалась. Считалось, что компьютерная преступность – явление, присущее только развитым компьютеризированным зарубежным странам, и по причине слабой компьютеризации, т.е. недостаточного внедрения в производственные и общественные отношения информационных технологий, у нас отсутствует. Именно это обстоятельство и привело к отсутствию сколько-нибудь серьезных научных исследований вообще. В настоящее время перед юридической наукой возникают новые, существенные задачи. Основная из них – создание правовых условий для обеспечения доступа людей к максимальному числу информационных ресурсов, ибо право на информацию столь же неотъемлемое право человека как право на жизнь или право на свободу. Однако мы должны помнить и другой основополагающий конституционный принцип, согласно которому осуществление прав и свобод человека и гражданина не должно нарушать права и свободы других лиц. Именно с этой точки зрения необходимо рассматривать проблему ограничения в доступе к информации, одну из центральных проблем системы обеспечения безопасности информации правовыми методами. В целях уменьшения виктимности компьютерных преступлений у юридических и физических лиц предлагается иметь в правоохранительных органах специалистов по расследованию преступлений в сфере компьютерной информации. Состояние компьютерной преступности не отражает объективной реальности, совокупность зарегистрированных преступлений в сфере компьютерной информации несоизмерима с последствиями, причиненными преступлениями в сфере компьютерной информации.

Другую проблему образуют попытки переноса сложившейся структуры правового регулирования общественных отношений в виртуальную среду информационных сетей. В первую очередь, это будет касаться квалификации правонарушений, получения доказательств виновности в их совершении по отношению к отдельным лицам.

На сегодняшний день существует следующее определение компьютерной преступности – негативное социальное явление, свойственное информационному обществу, проявляющееся в совокупности преступлений, совершаемых с использованием средств компьютерной техники посредством операций с электронной информацией, а также лиц их совершающих в определенных условиях места и времени. Компьютерная преступность в сети Интернет – часть компьютерной преступности, проявляющаяся в совокупности запрещенных уголовным законом общественно опасных деяний, совершенных путем операций с электронной информацией в сети Интернет с использованием подключенных к ней средств компьютерной техники, а также совокупность лиц, совершающих такие преступления на определенной территории в определенный период времени.

Компьютерная преступность в России имеет явные тенденции к росту, носит выраженный корыстный характер, обладает высоким коэффициентом латентности, при этом имеет территориально–локальный характер, будучи распространенной лишь в крупных городах, что предопределяет основные направления и приемы ее предупреждения.

По опыту зарубежных стран незаконное проникновение в компьютеры, их системы или сети, повлекшее за собой значительный ущерб или использование полученной таким образом компьютерной информации для организации массовых насильственных действий, может быть приравнено к актам терроризма и, соответственно, влечь за собой повышенную уголовную ответственность.

Среди наиболее распространенных мотивов компьютерных преступлений можно выделить следующие пять: корыстные; политические (шпионаж, преступления, направленные на подрыв финансовой и денежно-кредитной политики правительства, на дезорганизацию валютной системы страны, подрыв рыночных отношений, компьютерный терроризм, политический шантаж); исследовательский интерес; хулиганские побуждения, озорство; месть.

Как показал анализ, важнейшей особенностью компьютерной преступности является высокий уровень ее латентности и, главным образом, естественной. Исследованием установлено, что известные компьютерные преступления совершаются технически подготовленными людьми. Согласно данным российской статистики, среди субъектов компьютерных преступления преобладают лица с высшим и неоконченным высшим техническим образованием – 52,9 % (иное высшее и неоконченное высшее образование имеют 20 % субъектов компьютерных преступлений, средне-специальное техническое образование – 11,4 %, другое образование – 15,7 %) [2].

Одной из характерных особенностей лиц, совершающих киберпреступления, является устойчивое стремление к паразитическому образу жизни, отсутствие какой-либо профессии, постоянного места работы, определенного места проживания.

Удельный вес групповых преступлений в сфере компьютерной информации практически по всей России согласно данным официальной статистики незначительный. Вместе с тем компьютерные преступники проявляют склонность к совершению преступлений на продолжающейся основе. Статистика рецидива преступлений и наличие судимостей, у лиц, совершивших компьютерное преступление, не фиксирует.

Под факторами понимаются детерминанты, которые определяющим образом влияют на состояние известного рода преступности. Показано, что факторы преступности в сфере компьютерной информации заложены в социально-экономической, социально-политической и социально-психологической сферах. Значительное место в продуцировании компьютерной преступности занимает виктимность обладателей компьютерной информации вследствие слабой организации охраны компьютерной информации, а также тем, что ЭВМ характеризуются технической уязвимостью.

В связи с уменьшающейся стоимостью и возрастающей миниатюризацией электронных компонентов сегодня возможным сделали самые современные технические средства стали доступными для широких слоев населения. Вместе с тем эта, в целом положительная тенденция, несет в себе и негативный потенциал, о чем свидетельствуют появление в новом УК РФ группы преступлений в сфере компьютерной информации и рост их статистической выявляемости, который по всем подсчетам будет усиливаться по мере увеличения концентрации вычислительных ресурсов, их территориальной распределенности, одновременного доступа к ресурсам многих пользователей. Поэтому действенные меры борьбы с преступностью в сфере компьютерной информации, как представляется, состоят в преодолении ограниченности национального законодательства в русле формирования единой правовой базы, направленной против известного негативного феномена преступности, а также в русле усиления гражданской, административной и уголовной ответственности. Важным направлением борьбы с преступностью в сфере компьютерной информации должно стать становление и развитие правового фундамента в сфере Интернета путем принятия закона «О правовом регулировании использования сети Интернет».

Абсолютной защиты компьютерной информации не существует. В этой ситуации значительное место в предупреждении компьютерной информации должно принадлежать мерам технического и организационного характера. Технические меры – это, прежде всего, меры физического, программно-аппаратного и криптографического свойства. Важнейшее место в борьбе с преступлениями в сфере компьютерной информации должно отводиться политико-организационным, организационно-административным и организационно-администраторским мерам. Все меры предупреждения компьютерных преступлений будут эффективными только тогда, когда они будут использоваться все вместе, т.е. комплексно. Использование одной какой-либо меры, даже в совершенном виде без использования других мер предупреждения не могут принести желаемого результата. В настоящее время приоритет в обеспечении защиты от компьютерных преступлений, на наш взгляд, должен отдаваться правовым, техническим и организационным мерам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шахов А.В. Электронные взломщики – преступники под маской романтиков. //«Системы безопасности, связи и телекоммуникаций», № 1, 1997.
2. Никишин Д.Л. Некоторые вопросы организации борьбы с преступлениями в сфере компьютерной информации // Информационная безопасность. 2002. №1. С. 79.

Клишков В.Б.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПРЕСТУПНОСТИ В СФЕРЕ
КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

С развитием компьютерных сетей складывается ситуация, когда возможности государства по контролю над своими гражданами не превышают возможностей граждан ему противодействовать. В таких условиях директивные методы регулирования представляются неэффективными. В связи с этим возрастает значение общих законов управления, в частности, закона сочетания внешнего регулирования и саморегулирования управляемой подсистемы, мер общей профилактики, направленных на исключение самой возможности противоправного использования компьютерных технологий.

Заслуживает внимание предложение некоторых авторов введении обязательного страхования некоторых видов деятельности, связанной с обработкой персональных конфиденциальных сведений о гражданах, таких, как электронная коммерция, организация платежных систем. Страхование может быть осуществлено лишь при выполнении определенных условий: установке и настройке программного и технического обеспечения, удовлетворяющего предъявляемым требованиям безопасности, соответствующего обучения персонала. Продление срока договора страхования осуществляется по результатам периодических проверок состояния безопасности. Особым условием успешности этой меры считаем обязательное невмешательство государства в процессы страхования. Регулирующая роль государства в данном вопросе должна сводиться лишь к изданию правил об обязательном страховании некоторых видов деятельности. Наличие на рынке нескольких независимых страховщиков должно создать условия для «естественного отбора» как программного и технического обеспечения, так и предпринимателей, использующих его в коммерческой деятельности, значительно повысить безопасность использования компьютерных технологий [1].

Соблюдение указанных условий позволит практически реализовать закон сочетания внешнего управления и самоуправления управляемой подсистемы рынка.

Важнейшим направлением общепрофилактических мероприятий является обеспечения безопасности государственных интересов, от посягательств, совершаемых с использованием компьютерных технологий. В данном случае имеются в виду обеспечение сохранности государственной тайны, нормальное функционирование объектов государственного значения, а также объектов повышенной опасности (атомных электростанций, аэропортов, железнодорожных узлов).

Для достижения этих целей представляется необходимым запрещение всякой деятельности таких объектов в сети Интернет и развитие ведомственных защищенных компьютерных сетей, не имеющих физического контакта с компьютерными сетями общегражданского назначения. Лица, занимающиеся компьютерной безопасностью объектов государственной важности, должны проходить специальную подготовку и сдавать экзамены на допуск к работе, поскольку недостаточная квалификация либо халатность таких лиц зачастую является основной причиной крупного ущерба.

Специально–криминологический уровень воздействия на преступность выражен в профилактической деятельности, направленной на отдельные виды преступного поведения, например, в сфере компьютерной преступности. Субъекты названного уровня выделяются в отдельную группу в связи с выполнением специфических профилактических задач, включенных в их компетенцию. Это государственные органы, выполняющие правоохранительные функции: суд, прокуратура, органы внутренних дел, федеральной безопасности, налоговая и таможенная служба и др.; государственно–общественные организации, частные и общественные структуры, содействующие выполнению правоохранительных задач, частные охранные и детективные агентства, общественные объединения.

На данном уровне в целях борьбы с компьютерными преступлениями необходимо создание, укрепление, материально–техническое снабжение специализированных органов и подразделений в органах внутренних дел, нацеленных на борьбу с компьютерной преступностью. В данном направлении необходима грамотная кадровая политика, материальная заинтересованность в привлечении специалистов высокого уровня для работы в государственных органах.

На индивидуальном уровне проводится воздействие на конкретного субъекта – правонарушителя. Субъектами индивидуальной профилактики являются служащие государственных правоохранительных органов; работники иных государственных учреждений и организаций, работники специализированных учреждений; отдельные граждане.

В литературе неоднократно высказывались предложения, на наш взгляд, вполне перспективные, согласно которым необходимо переориентировать хакеров-взломщиков, основной целью которых является чисто практический интерес, не предмет сотрудничества с государственными органами. Специалисты утверждают, что слабости защиты компьютерной информации идут от слабости программного продукта. Лучшей же гарантией объективности его тестирования является профессионализм и независимость проверяющих. Эти качества как раз и

имеются у «компьютерных пиратов». Естественно, сразу же возникает ряд проблем. И важнейшие из них – гарантированность законности такой деятельности, а также возможность материальной компенсации такой деятельности со стороны государства. Однако, за рубежом такой опыт известен, когда различные фирмы привлекают специалистов по взлому компьютерной защиты для проверки надежности данных систем с выплатой значительных гонораров. В идеале стоит стремиться к такому положению, чтобы хакерам было интересно и выгодно не только взломать программу, но и разработать программы, защищающие от взлома.

Деление на уровни, безусловно, является условным, так как отдельные моменты профилактической деятельности на разных уровнях пересекаются и вступают во взаимодействие.

В зависимости от характера социальной детерминации преступности подразделяются меры профилактического воздействия. Их можно классифицировать по различным основаниям, например, по отношению к различным сферам жизни общества: экономические, социальные, идеологические, правовые, технические, организационные.

В связи с особенностями рассматриваемого вида преступности, на наш взгляд, большее внимание необходимо уделить таким мерам предупреждения, как организационно–тактические, правовые и технические.

К организационно-техническим мерам относятся охрана вычислительных центров, тщательность подбора персонала, исключение случаев ведения особо важных работ только одним человеком и т.п. Для реализации организационных мер в системе МВД целесообразно было бы создать особые группы специалистов по борьбе с компьютерными преступлениями. Единственная государственная организация, стоящая на страже интересов компьютерщиков – это Управление по борьбе с преступностью в сфере высоких технологий при МВД. Управление «Р» создано в 1998 году, но в 2001 году после реорганизации было переименовано в управление «К».

Сотрудники управления «К» работают по следующим направлениям:

- противоправные действия в сфере компьютерной безопасности (неправомерный доступ к информации, изготовление и распространение вредоносных программ, мошенничества с электронными платёжными системами, распространение в Интернете порнографических материалов с участием несовершеннолетних);

- преступления в информационно-телекоммуникационных сетях (нелегальный доступ к информации и незаконное использование ресурсов сетей сотовой и проводной связи, Интернета, спутникового и кабельного телевидения);

- незаконный оборот радиоэлектронных и специальных технических средств;

- нарушения авторских прав, изготовление и распространение нелегализованного программного обеспечения;

- международные преступления в сфере информационных технологий.

Зарубежный опыт свидетельствует о том, что попытки создания подобных групп уже предпринимались в наиболее развитых в компьютерном отношении странах. Например, в США правительством были созданы особые группы экспертов, называемые «тигровыми командами», которые проникали в совершенно секретные системы для выявления слабых мест в системах защиты [2]. В Англии созданы специальные отряды детективов, которые занимаются поиском и выявлением производителей и распространителей компьютерных вирусов [3].

В связи с высоким уровнем латентности в организационном плане требуется комплексная программа предупреждения компьютерной преступности. Она должна включать необходимость разработки типовых инструкций по работе в нештатных ситуациях для сотрудников, ответственных за информационную безопасность; разработку программ подготовки и переподготовки сотрудников оперативных, следственных, экспертно–криминалистических отделов органов внутренних дел. Необходим ежедневный и круглосуточный мониторинг глобальных компьютерных сетей, участие правоохранительных органов в приемке средств защиты информации на предприятиях и в организациях.

Квалифицированная организация кадровой работы уменьшает угрозу негативного влияния человеческого фактора на компьютерную безопасность. Следует принять такое разделение обязанностей, при котором один конкретный человек не сможет нарушить функционирование компьютерной системы в целом.

В работе крупных организаций должна присутствовать оценка риска и анализ угрозы информации. Так, например, целесообразны (естественно, сопоставимые с угрозой риска) затраты на установление источника угрозы; способов нападения; возможных последствий несанкционированных вторжений; и т.д.

Целесообразно изменить на федеральном уровне форму статистической отчетности «О лицах, потерпевших от преступных посягательств, и мотивах совершения преступлений», которая не содержит даже минимума сведений о потерпевших, во многих отношениях является ущербной и не несет полезной нагрузки.

К непосредственно техническим мерам предупреждения компьютерной преступности необходимо отнести такие, как разработку новейших систем защиты информации от

несанкционированного доступа; физическую защиту крупнейших компьютерных центров от нападений террористов (за прошедшее десятилетие только в Европе компьютерные центры стали жертвами терактов примерно в 30 случаях).

К правовым мерам относятся разработка норм, устанавливающих ответственность за совершение компьютерных преступлений, защита авторских прав программистов, а также вопросы контроля за разработчиками компьютерных систем и применение международных договоров об их ограничениях, если они влияют или могут повлиять на военные, экономические, социальные аспекты жизни стран, заключающих соглашение.

С позиции правового предупреждения следует учесть, что в процессе изучения этого опыта законотворческой работы зарубежных стран отдельными учеными были разработаны рекомендации и предложения по уголовно-правовому регулированию этой сферы деятельности в отечественном законодательстве.

В частности, А. Черных предлагает вести развитие правовой базы для борьбы с преступлениями, предметом которых является «интеллектуальный» элемент ЭВМ, в двух основных направлениях:

- создание уголовно-правовых норм, предусматривающих отдельную защиту баз данных и программного обеспечения ЭВМ, а также «осязаемых» элементов электронно-вычислительных систем (имеется в виду отдельные узлы и детали компьютерной техники);
- использование существующего законодательства [3].

Неправильно было бы предполагать, что основным направлением использования существующих норм уголовного права в области защиты от компьютерных преступлений должно являться лишь увеличение их количества и ужесточение санкций. Следует признать, что такая политика характерна для зарубежных стран. Так, с 1993 года, по крайней мере, 25 стран ужесточили уголовные санкции за нарушение авторских прав, в том числе и с помощью компьютерных преступлений, в 21 стране такие поправки рассматриваются [4]. Не может не вызывать беспокойства также и то обстоятельство, что законодательная практика ряда наиболее развитых государств (прежде всего – США и Западной Европы) идет по пути ужесточения законодательства, посвященного компьютерным преступлениям, наступления на гражданские права и свободы при реформировании уголовно-правовых норм.

Такая ситуация порождает необходимость выяснить, насколько эффективными могут быть уголовно-правовые меры защиты от посягательств, совершаемых с использованием компьютерных технологий, есть ли иные методы противодействия, не связанные с репрессивными функциями государства.

Относительно невысокая цена на оргтехнику сделала ее доступной для широких слоев населения, таким образом, пути решения данной проблемы необходимо искать в экономической плоскости, то есть сделать крайне невыгодным совершение большего числа компьютерных преступлений.

На общесоциальном уровне необходимо комплексное воздействие в первую очередь, на массовое сознание общества с целью освещения общественной опасности преступности в сфере компьютерных технологий. К решению данной задачи должны быть привлечены практически все государственные органы – законодательные, исполнительные, судебные, а также государственные и негосударственные СМИ. В целом необходимо создание в стране новой идеологии отношения к компьютерной преступности и компьютерным преступникам, развенчания мифа о сравнительно небольшой общественной опасности данного вида преступности и личности компьютерных преступников; разъяснение возможных последствий компьютерных преступлений в обществе; психологическая готовность к борьбе с ними.

Важнейшим направлением общепрофилактических мероприятий является обеспечения безопасности государственных интересов, от посягательств, совершаемых с использованием компьютерных технологий. В данном случае имеются в виду обеспечение сохранности государственной тайны, нормальное функционирование объектов государственного значения, а также объектов повышенной опасности (атомных электростанций, аэропортов, железнодорожных узлов).

Основными направлениями борьбы с компьютерной преступностью должны являться:

1. Введение соответствующих изменений в уголовное законодательство и совершенствование его в этом направлении; разъяснение основных положений уголовного закона в области компьютерных преступлений Пленумом Верховного суда РФ с целью единообразного его понимания и применения; отход от практики ужесточения санкций за совершение данного вида преступлений.
2. Совершенствование форм деятельности и подготовки сотрудников правоохранительных органов, в том числе создание специальных подразделений для выполнения этой работы; учет международного опыта в данном направлении.
3. Усиление мер безопасности против возможных злоупотреблений пользователей ЭВМ и поиска все более совершенных средств защиты компьютерной техники и информационных сетей; качественная кадровая работа.

4. Использование новых форм и методов предупреждения компьютерной преступности, основанных на учете ее особенностей:

- введение обязательного страхования некоторых видов деятельности, связанной с обработкой персональных конфиденциальных сведений о гражданах, таких, как электронная коммерция, организация платёжных систем;

- виктимологической профилактики – выявление латентных жертв с целью выявления латентных преступлений; изучение их характеристик с целью выявления характера преступника, выбравшего данную жертву;

- переориентации компьютерных преступников с целью привлечения их навыков и умений для борьбы с компьютерной преступностью.

Российские ученые в последние годы уделяют значительное внимание исследованию компьютерных преступлений. Однако обращает на себя внимание, что в основном исследования осуществляются в формально-догматическом ключе, ограничиваясь анализом элементов составов преступлений в сфере компьютерной информации. Но все исследования имеют целью обосновать необходимость совершенствования существующих норм об ответственности за такие преступления, а также обосновать необходимость криминализации некоторых деяний, то есть, оправдать сверхкриминализацию. Вместе с тем, появляются монографические исследования, посвященных исследованию той же проблемы, но под иным углом зрения, а именно: насколько эффективны действующие уголовно-правовые нормы, и не лучше ли вводить иные меры реагирования на расширяющуюся сферу антиобщественной деятельности с использованием компьютерной техники и технологий.

Таким образом, система предупреждения компьютерных преступлений должна строиться с учетом криминологической системы профилактики преступности в целом и отдельных ее видов с учетом специфики компьютерной преступности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правовое обеспечение информационной безопасности: Учеб. пособие / Казанцев С.Я., Згадзай О.Э., Оболенский Р.М. и др.; Под ред. С.Я. Казанцева. М.: Академия. 2005.
2. Семкин С.Н. Основы правового обеспечения защиты информации: Учебное пособие. М.: Горячая линия, Телеком. 2007.
3. Соколов А.В. Защита от компьютерного терроризма: Справ. пособие / А. Соколов, О. Степанюк. СПб.: БХВ-Петербург: Арлит, 2002.
4. Компьютерная преступность. Основы защиты компьютерной информации: учебно-практическое пособие / В.А. Герасимов, Н.В. Иванова; Министерство внутренних дел Российской Федерации, Нижегородская акад. Ижевск. 2008.

Козьмовский Д.В., Куватов В.И., Пантиховский О.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Военно-морской институт радиоэлектроники имени А.С.Попова,
24 ЦНИИ МО РФ**

К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЯХ

Внедрение современных информационных технологий в различные сферы практической деятельности объектов управления ВМФ приводит к возникновению сложных взаимосвязей между элементами информационной среды. Особое место в ней занимают информационно-управляющие системы на базе распределенных вычислительных сетей, в которых часть функций управления (в том числе в реальном масштабе времени) передана системе. Масштаб управления и последствия нарушений выполнения функционирования приводят к необходимости контроля деятельности системы в случае возникновения отказа одного или нескольких элементов системы.

Контроль сетевой деятельности предполагает реализацию систем, задачей которых является анализ и классификация трафика распределенных вычислительных сетей.

Анализ трафика сети позволяет:

- обнаружить паразитный, вирусный и закольцованный трафик, наличие которого увеличивает загрузку сетевого оборудования и каналов связи;

- выявить в сети функционирующее вредоносное и несанкционированное программное обеспечение, например, сетевые сканеры, троянские программы, клиенты пиринговых сетей и другие;

- перехватить любой незашифрованный (а порой и зашифрованный) пользовательский трафик с целью получения паролей и другой информации;

- локализовать неисправность сети или ошибку конфигурации сетевого оборудования.

Среди существующих методов следует отметить энтропийный метод анализа аномалий сетевого трафика [1], который позволяет обозначать предположительно вредоносные всплески трафика в IP-сетях. Связь между энтропией и сетевой активностью вредоносной активностью трафика в том, что вредоносный трафик более упорядочен или структурирован чем обычный IP-трафик в одних параметрах, и более хаотичен в других. Данный метод применим, если известно, какого рода трафик нормален для данного вида сети, и какие изменения вносит вредоносный трафик в общую структуру трафика от данной сети.

Изучению подвергались фрактальные свойства потоков трафика [2], содержащие аудио и видеoinформацию, используя методы математической статистики и теории массового обслуживания. Результатами работ явилась оценка влияния фрактальных свойств трафика на характеристики обслуживания телекоммуникационных сетей.

Рассматривался подход к построению систем фильтрации трафика на основе методов машинного обучения [3], а именно многоклассовой классификации гипертекстовой информации. Данный подход имеет ряд существенных преимуществ перед традиционными подходами: независимость от внешних баз данных и экспертов; автоматический процесс обучения; высокая скорость и точность работы; обучаемость и дообучаемость; адаптация к потребностям конкретных организаций.

Работа [4] посвящена проблемам и методикам анализа трафика компьютерных сетей, в частности, решению задачи анализа трафика на основе статистических подходов, используя модели и методы теории анализа временных рядов для описания трафика, рассматриваемого в виде случайного процесса. Подобный подход опирается на минимальную информацию о трафике и не учитывает статистику поступления заявок на обслуживание, длину очереди и прочие показатели, характерные для систем массового обслуживания.

В рамках указанного подхода применяется анализ среднечасовых и среднесуточных показателей трафика. Эти показатели, с одной стороны, довольно полно отражают состояние работы сети, а с другой – более устойчивы, чем исходные данные и их анализ обычно осуществляется с частотой один раз в несколько минут.

Следует отметить наличие большого количества разработанного программного обеспечения, позволяющего перехватывать и анализировать трафик сети. Их возможности, как правило, позволяют провести сетевой мониторинг, предназначенный для перехвата, хранения, анализа и восстановления различных сетевых событий: сообщений электронной почты, веб-страниц, загруженных файлов, сообщений коммуникационных программ (ICQ/AIM, MSN) и разговоров по IP-телефонии (VoIP). Анализируя выявленные сетевые события можно определить, какие из приложений выполняются в данный момент, какие пользователи зарегистрировались в сети и кто из них генерирует основной объем трафика.

К основным возможностям современных анализаторов протоколов относятся:

- захват и анализ пакетов с возможностью фильтрации;
- анализ распределения потоков данных по заданным администратором критериям;
- мониторинг сетевых соединений (ЛВС, WAN, телефония);
- тестирование сетевых приложений;
- поиск проблемных мест в сети;
- обнаружение ошибок в каналах передачи;
- генерация потоков трафика с заданными параметрами.

Кроме того, существуют системы защиты информации, в которых реализован анализ трафика. В данных системах применяется контекстный и сигнатурный анализ, что накладывает ограничения на их использование. Одни обладают невысоким качеством из-за сложности технической и программной реализации, ресурсоемки и пока их эффективность невысока. Другие являются наиболее известными методами классификации и применяются практически во всех современных системах защиты информации. Однако и они не лишены некоторых недостатков, связанных с необходимостью постоянного обновления сигнатур, невозможностью учета данных, сигнатуры которых отсутствуют, отсутствием контроля сетевой деятельности пользователей.

Выводы, сделанные из анализа сравнительных характеристик существующих средств анализа трафика:

– средства анализа трафика, которые существуют на сегодняшний день, в основном предназначены для технического обслуживания сети, своевременно выявляя пики активности, вызванные различными причинами;

– в традиционных средствах анализа трафика отсутствует реализация контроля сетевой деятельности пользователей ИС, иначе как по IP адресам;

Системы защиты информации, в которых реализован анализ трафика, основаны на контекстном и сигнатурном анализе, что накладывает ограничения на их использование.

Сводный анализ возможностей систем защиты информации показал, что большая часть этих систем не имеет возможностей для защиты от утечек информации, инициированных легальным пользователем ИС. Те из них, которые ориентированы на решение подобных задач, находятся на начальной стадии развития, обладают большими требованиями к ресурсам системы и высокую сложность внедрения и использования. Кроме того, отсутствуют реализованные способы контроля сетевой деятельности объектов распределенных вычислительных сетей, несмотря на возможности существующих методов. Предлагается метод анализа данных, содержащихся в заголовках сетевых пакетов в целях классификации по видам сетевой деятельности в интересах задач контроля деятельности пользователей в распределительных информационных системах. Видами сетевой деятельности обозначим следующие типовые виды деятельности вычислительных сетей:

- поиск информации на WEB серверах;
- скачивание информации с FTP серверов;
- получение электронной корреспонденции;
- отправка электронной корреспонденции.

Объединение сетевых пакетов в сеансы происходит по алгоритму формирования сеансов в результате временного анализа сетевого обмена двух узлов вычислительной сети.

Анализ информации, содержащейся в заголовках сетевых пакетов, позволил определить параметры, которые будут участвовать в классификации сетевых сеансов по видам деятельности. Критерием выбора были проверка наличия связи между статистическими параметрами и видами деятельности и проверка взаимонезависимости параметров между собой.

Оценка достоверности классификации проводилась методом кросс-проверки. Исходными данными для проведения кросс-проверки являлись:

- обучающая выборка, заполненная в соответствии с методикой заполнения, содержащая по 400 эталонных сеансов, относящихся к 4 различным видам деятельности (сумма эталонных сеансов в обучающей выборке равняется 1600);
- тестовая выборка, определенная равной примерно десяти процентам от общего объема обучающей выборки, сформированная в соответствии с методикой заполнения для каждого вида деятельности.

Распределение в тестовой выборке видов деятельности и данных, отобранных для проведения кросс-проверки о количестве сетевых сеансов, приведено в таблице 1.

Таблица 1

Количество сеансов тестовой выборки

Виды сетевой деятельности для классификации	Количество сеансов тестовой выборки
Поиск информации на Web-серверах	84
Загрузка данных	42
Отправка электронной корреспонденции	36
Получение электронной корреспонденции	44
Итого	206

Количество сеансов тестовой выборки для вида сетевой деятельности «WEB серфинг» увеличено в связи с наибольшей распространенностью данного вида деятельности и повышенной сложностью его классификации.

Для каждого вида деятельности проводилась классификация и проверялась ее правильность, отсутствие достоверного результата классификации (в том случае, если сеанс не был отнесен к одному из видов деятельности, то есть вероятность соответствия меньше 0,6) или неправильность классификации, то есть сеанс был отнесен к другому виду деятельности. Отношение числа сеансов с правильной классификацией к общему числу сеансов данного вида деятельности рассматривалось как статистическая оценка правильности классификации.

Результаты проведения кросс-проверки отображены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты проведения кросс-проверки

Виды деятельности \ Результаты классификации	Количество сеансов тестовой выборки	Поиск информации на Web-серверах	Загрузка данных	Отправка электронной корреспонденции	Получение электронной корреспонденции	Отсутствует достоверный результат классификации
Поиск информации на Web-серверах	84	63	0	3	2	16
Загрузка данных	42	0	41	0	0	1
Отправка электронной корреспонденции	36	0	0	30	0	6
Получение электронной корреспонденции	44	0	0	0	40	4

Число правильно классифицируемых сеансов составляет:

- 63 сеанса для вида деятельности «Поиск информации на Web-серверах»;
- 41 сеанса для вида деятельности «Загрузка данных»;
- 30 сеансов для вида деятельности «Отправка электронной корреспонденции»;
- 44 сеанса для вида деятельности «Получение электронной корреспонденции».

Доля неправильно классифицированных сеансов и сеансов с недостаточной достоверностью классификации представлена в таблице 3.

Таблица 3

Доля неправильно классифицируемых сеансов

Виды сетевой деятельности для классификации	Доля неправильно классифицируемых сеансов и сеансов с недостаточной достоверностью классификации
Поиск информации на Web-серверах	0,25
Загрузка данных	0,02381
Отправка электронной корреспонденции	0,166
Получение электронной корреспонденции	0,1

Таким образом, метод классификации трафика по видам деятельности позволяет ввести функцию контроля за сетевой деятельностью объектов распределенных вычислительных сетей, повышая возможности существующих систем безопасности. Простая реализация метода позволяет произвести легкое внедрение разработок в инструментарий специалиста безопасности при анализе и классификации деятельности абонентов вычислительной сети распределенных информационных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Морозов Д.И. Энтропийный метод анализа аномалий сетевого трафика в ip-сетях – Журнал «Информационное противодействие угрозам терроризма», №7, 2003. С. 46.
2. Урьев Г.А., Шелухин О.И., Осин А.В. Экспериментальные исследования речевых потоков в сетях VoIP. – Издательство «Радиотехника». Электротехнические комплексы и информационные системы, №2., 2006. С.54 – 58.
3. Машечкин И.В., Петровский М.И., Глазкова В.В., Масляков В.А. Концепция построения систем анализа и фильтрации Интернет-трафика на основе методов интеллектуального анализа данных. Математические методы распознавания образов: 13-я Всерос. конф. / Сб. докл. М.: МАКС Пресс, 2007. С. 494.
4. Васенин В.А., Макаров А.А. Статистические модели трафика телекоммуникационных компьютерных сетей и их использование. – Тез. докл. Всероссийской научно-методической конференции «Телематика-97». Санкт-Петербург, 1997.

Муравьев А.В., Примакин А.И., Селюгина С.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Северо-Западный филиал Российской правовой академии МЮ РФ,
Санкт-Петербургский университет МВД России
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ О ЛИЧНОСТИ
В СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ**

Современные справочно-информационные базы данных (БД) – один из тех объектов в сфере информатизации, от которых постоянно требуется особенно высокое качество и наличие возможности его оценки. Но что означает качество баз данных, какие требования следует предъявлять к их качеству, какими характеристиками можно описывать качество, как их оценивать и измерять? Как защищается законом информация о личности, используемая в таких базах данных?

В данной статье мы рассмотрим состав характеристик и требований для БД на основе положений международного стандарта ISO 9126 и условий Федерального закона №152 «О персональных данных».

ISO 9126 (российский аналог стандарта ГОСТ 28195) это международный стандарт, определяющий оценочные характеристики качества программного обеспечения (ПО). Стандарт разделяется на 4 части, описывающие следующие вопросы: модель качества; внешние метрики качества; внутренние метрики качества; метрики качества в использовании. ФЗ №152 «О персональных данных» – нормативный правовой акт, являющийся основой нормативного регулирования обработки (использования) персональных данных (далее ПД). Закон был принят 27 июля 2006 года и вступил в законную силу 26 января 2007 года.

При комплексном анализе качества баз данных не всегда удастся четко разделить требования и значения характеристик качества для каждого из этих объектов. Одна СУБД может обрабатывать различные по структуре, составу и содержанию данные, а одни и те же данные могут управляться различными СУБД. При анализе качества баз данных целесообразно рассматривать два компонента: систему программ управления данными и совокупность данных, упорядоченных по некоторым правилам. Хотя эти компоненты тесно взаимодействуют при реализации конкретной базы данных, первоначально они создаются независимо и могут рассматриваться в своем жизненном цикле как два объекта, которые различаются:

- номенклатурой и содержанием показателей качества, определяющих их назначение, функции и потребительские свойства;
- технологией и средствами автоматизации разработки и обеспечения всего жизненного цикла объекта;
- категориями специалистов, обеспечивающих создание, эксплуатацию или применение баз данных;
- комплектами эксплуатационной и технологической документации, поддерживающими жизненный цикл объекта.

В п. 4 статьи 9 ФЗ «О персональных данных» оговорено какая информация относится к ПД: фамилия, имя, отчество, адрес субъекта, номер основного документа, удостоверяющего его личность, сведения о дате выдачи указанного документа и выдавшем его органе; наименование (фамилию, имя, отчество) и адрес оператора, получающего согласие субъекта персональных данных; цель обработки персональных данных; перечень ПД, на обработку которых дается согласие субъекта ПД; перечень действий с ПД, на совершение которых дается согласие, общее описание используемых оператором способов обработки ПД; срок, в течение которого действует согласие, а также порядок его отзыва. Данный список законодатель оставил открытым. Это означает, что помимо биографических сведений, информации о месте жительства, семейном положении сюда будут относиться и другие данные. В частности, информация, представляемая соискателями при заключении трудового договора и др.

Например, номер страхового свидетельства государственного пенсионного страхования, паспортные данные, информация о военной службе работника также будут считаться персональными данными (ст. 65 ТК РФ). Добавим, что привести в законодательстве исчерпывающий перечень личных сведений не представляется возможным еще потому, что в трудовых отношениях работодателя с конкретным работником будет формироваться особая, специфическая информация, касающаяся только данного сотрудника. Например, все предыдущие фамилии работника (если он менял их неоднократно), судимость, сведения об отчислении из института за академическую неуспеваемость и т.п.

Различия требований к характеристикам качества привели к созданию широкого спектра локальных, специализированных и распределенных СУБД. В зависимости от области применения, приоритет при оценке качества может отдаваться различным конструктивным характеристикам: надежности и защищенности применения (финансовая сфера), удобству использования малоквалифицированными пользователями (социальная сфера), эффективности использования ресурсов (сфера материально-технического снабжения). Однако практически во всех случаях сохраняется некоторая роль других конструктивных показателей качества – для каждого из них необходимо оценивать его приоритет для конкретной сферы применения, меры и шкалы необходимых и допустимых характеристик качества.

В соответствии с законом №152 «О персональных данных», в России существенно возросли требования ко всем частным и государственным компаниям и организациям, а также физическим лицам, которые хранят, собирают, передают или обрабатывают ПД. Необходимо отметить, что передача ПД в БД может быть осуществлена только при наличии письменного разрешения субъекта на использование его ПД.

При разработке БД в техническом задании и спецификации на нее должен формализоваться представительный набор функциональных требований к качеству БД, адекватный ее назначению и области применения, а также требованиям заказчика и потенциальных пользователей. Так же как для программных систем, характеристики качества информации можно разделить на функциональные и конструктивные. Их номенклатура, содержание и субхарактеристики базируются на ISO 9126, но БД должна отражать эффективность и профессиональную пригодность ее применения в реальных современных условиях.

Функциональная пригодность информации БД может представлять сложную проблему для измерения и оценки соответствия требованиям реальных значений атрибутов качества. Особенно это актуально для больших распределенных БД, в которых циркулирует разнообразная и сложная информация. Мерой качества функциональной пригодности может быть степень покрытия целей, назначения и функций БД доступной пользователям информацией. Как и для программных систем, для БД целесообразно использовать группу субхарактеристик, определяющих функциональные, структурные и эксплуатационные требования. На содержательном уровне функциональную пригодность многих баз данных отражают:

- полнота накопленных описаний объектов – относительное число объектов или документов, имеющих в БД, к общему числу объектов по данной тематике или по отношению к числу объектов в аналогичных БД;

- идентичность – относительное число описаний объектов, не содержащих дефекты и ошибки, к общему числу документов об объектах в БД;

- актуальность – относительное число устаревших данных об объектах в БД к общему числу накопленных и обрабатываемых данных.

Законодатель также определил принципы и условия обработки ПД, заносимых в БД. Такими принципами, в соответствии со статьями 5, 6 ФЗ «О персональных данных», являются:

1. Законность целей и способов обработки ПД и добросовестности;

2. Соответствие целей обработки ПД целям, заранее определенным и заявленным при сборе ПД, а также полномочиям оператора БД;

3. Соответствие объема и характера обрабатываемых ПД, способов обработки ПД;

4. Достоверности ПД, их достаточности для целей обработки в БД, недопустимости обработки ПД, избыточных по отношению к целям, заявленным при сборе ПД;

5. Недопустимости объединения созданных для несовместимых между собой целей БД информационных систем ПД.

Хранение ПД должно осуществляться в форме, позволяющей определить субъекта ПД в БД, не дольше, чем этого требуют цели их обработки, и они подлежат уничтожению по достижении целей обработки или в случае утраты необходимости в их достижении.

Одним из существенных условий, как уже говорилось выше, в обработке и использовании ПД в БД является письменное согласие субъекта ПД. Однако существует ряд условий, при которых согласие субъекта ПД не требуется, это:

1. Обработка ПД осуществляется на основании ФЗ, устанавливающего ее цель, условия получения ПД и круг субъектов, ПД которых подлежат обработке, а также определяющего полномочия оператора БД;

2. Обработка ПД осуществляется в целях исполнения договора, одной из сторон которого является субъект ПД;

3. Обработка ПД осуществляется для статистических или иных научных целей при условии обязательного обезличивания ПД;

4. Обработка ПД необходима для защиты жизни, здоровья или иных жизненно важных интересов субъекта ПД, если получение согласия субъекта ПД невозможно;

5. Обработка ПД необходима для доставки почтовых отправлений организациями почтовой связи, для осуществления операторами электросвязи расчетов с пользователями услуг связи за оказанные услуги связи, а также для рассмотрения претензий пользователей услугами связи;

6. Обработка ПД осуществляется в целях профессиональной деятельности журналиста либо в целях научной, литературной или иной творческой деятельности при условии, что при этом не нарушаются права и свободы субъекта ПД;

7. Осуществляется обработка ПД, подлежащих опубликованию в соответствии с ФЗ, в том числе ПД лиц, замещающих государственные должности, должности государственной гражданской службы, персональных данных кандидатов на выборные государственные или муниципальные должности.

В случае, если оператор БД на основании договора поручает обработку ПД другому лицу, то существенным условием договора является обязанность обеспечения указанным лицом конфиденциальности ПД и безопасности ПД при их обработке в БД.

К конструктивным характеристикам качества информации можно отнести практически все стандартизированные показатели качества, представленные в ISO 9126. Требования к информации БД также должны содержать особенности обеспечения ее надежности, эффективности использования ресурсов компьютера, практичности, применимости, сопровождаемости и мобильности. Содержание и атрибуты этих характеристик несколько отличаются от тех, которые применяются для программ, однако их сущность целесообразно использовать. Меры и шкалы для оценивания конструктивных характеристик, в значительной степени, могут применяться те же, что при анализе качества программных средств.

Корректность или достоверность данных – это степень соответствия данных об объектах в БД реальным объектам в данный момент времени, определяющаяся изменениями самих объектов, некорректностями записей об их состоянии или некорректностями расчетов их характеристик. Выбор и установку требований к корректности данных можно оценивать по степени покрытия накопленными, актуальными и достоверными данными состояния и изменения внешних объектов, которые они отражают. Сюда же можно отнести и некоторые объемно-временные характеристики сохраняемых и обрабатываемых данных:

- объем БД – относительное число записей описаний объектов или документов, доступных для хранения и обработки, по сравнению с полным числом реальных объектов во внешней среде;

- оперативность – степень соответствия динамики изменения данных состояниям реальных объектов;

- глубина ретроспективы – интервал времени от даты выпуска и/или записи в БД самого раннего документа до настоящего времени;

- динамичность – относительное число изменяемых описаний объектов к общему числу записей в БД за некоторый интервал времени, определяемый периодичностью издания версий базы.

Защищенность информации реализуется средствами СУБД в сочетании с поддерживающими их средствами защиты данных. Цели, назначение и функции защиты тесно связаны с особенностями функциональной пригодности каждой БД. В распределенных БД показатели защищенности тесно связаны с характеристиками целостности и отражают степень тождественности одинаковых данных в памяти удаленных компонентов [1].

Согласно изменениям, внесенным ФЗ №363 «О внесении изменений в ст.19 и 25 ФЗ «О персональных данных» от 27.12.2009 года операторы ПД должны привести свои системы обработки ПД запущенные до 1 января 2010 года в соответствие с законом до 1 января 2011 года. Целью закона является защита прав и свобод человека при обработке его ПД. Принятие данного федерального закона явилось триггером в создании правовых условий для защиты прав субъектов ПД в РФ.

На практике способности защищать информацию баз данных от негативных воздействий описываются обычно составом средств, используемых для защиты от внешних и внутренних угроз. Однако есть попытки измерять и описывать качество защищенности информации обобщенно, трудоемкостью и временем, необходимыми для преодоления злоумышленниками системы защиты. Основные средства и силы здесь сосредоточены на защите от злоумышленных разрушений, искажений и хищений информации БД. Основой такой защиты является аудит санкционирования доступа, а также контроль организации и эффективности ограничений доступа. В реальных БД возможны и не всегда учитываются губительные последствия и аномалии информации, отражающиеся на безопасности применения, при которых их источниками являются случайные, непредсказуемые дестабилизирующие факторы.

Надежность информации баз данных может основываться на применении понятий и методов теории надежности. Надежная БД, прежде всего, должна обеспечивать низкую вероятность потери работоспособности. Быстрое реагирование на потерю или искажение данных и восстановление их достоверности и работоспособности за меньшее время, чем порог между сбоем и отказом, обеспечивают высокую надежность.

Согласно закону, а также ряду подзаконных актов и руководящих документов регулирующих органов (ФСТЭК России, ФСБ России, Роскомнадзор), операторы БД должны выполнить ряд дополнительных требований по защите ПД физических лиц (своих сотрудников, клиентов, посетителей и т.д.) обрабатываемых в информационных системах Компании, и предпринять ряд бюрократических действий – направить уведомление об обработке персональных данных.

Например, если данные условия и требования по защите ПД в БД не соблюдаются – Трудовой кодекс предусматривает в качестве одного из оснований увольнения разглашение персональных данных другого работника (пп. «в» п. 6 ч.1 ст. 81). Это основание появилось в законе относительно недавно, в связи с внесением в Кодекс изменений Федеральным законом от 30 июня 2006 года №90-ФЗ. Тем самым законодатель указал на необходимость защиты персональных данных сотрудников, в том числе под угрозой увольнения.

Используемость ресурсов (или ресурсная экономичность) в стандартах отражается занятостью ресурсов центрального процессора, оперативной, внешней и виртуальной памяти, каналов ввода-вывода, терминалов и каналов связи.

Практичность (применимость) – это понятие, значительно определяющее функциональную пригодность и полезность применения БД для определенных пользователей, здесь можно говорить о функциональности, удобстве освоения, системной эффективности и простоте использования данных. Некоторые субхарактеристики можно оценивать экономическими показателями – затратами труда на изучение и работу с БД и времени специалистов на реализацию определенных функций взаимодействия с БД. В стандарте ISO 9126 предлагается наибольшее число атрибутов, подробно описывающих свойства программных средств, которые могут быть полезны для оценки БД заказчиками при их практическом выборе, освоении и применении. Нужно отметить, что оценки практичности зависят не только от собственных характеристик БД, но также и от организации и адекватности документирования процессов их эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова Т.А. Базы знаний интеллектуальных систем. СПб.: Питер, 2000.
2. Муравьев А.В., Селюгина С.В. Изменение (модификация) информации правовых справочно-информационных баз данных. // Время и право. № 1. СПб.: СЗФ РПА Минюста РФ, 2010. С.43–45.
3. Федотова Е.Л. Информационные технологии и системы: учеб пособие. М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2009. 352 с.

Никишкин А.В., Оськин Ф.Ф.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
ИНФОРМАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРАВОВОГО СТАТУСА НАЧАЛЬНИКА
ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНСПЕКЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ
ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРРАЙОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ**

Четыре года назад в органах внутренних дел Российской Федерации начался ключевой процесс осуществления мероприятий, направленных на реформирование с целью укрепления вертикали власти и повышения управляемости в сфере обеспечения безопасности дорожного движения, которая стала серьезной государственной проблемой, имеющей огромное социальное, экономическое и политическое значение [1].

В тоже время сама система обеспечения данной безопасности дорожного движения в настоящее время далека от оптимальной модели. Потому как важно осуществить в соответствии с законодательством комплекс организационных и практических мероприятий в ходе четкого и грамотного укрепления системы Государственной инспекции безопасности дорожного движения. Исходя из этого, очевидно, что исследование проблем деятельности ГИБДД имеет важное значение, для сохранения жизни и здоровья граждан и развития экономики страны.

Государственные подразделения, обеспечивающие безопасность дорожного движения имеют долгую историю и с момента их создания неразрывно связаны с историей страны. На сегодняшний день

подобные подразделения имеют солидный административно-правовой опыт, знания, традиции, которые в полной мере используются при решении сложных задач обеспечения безопасности дорожного движения в новых социально-экономических условиях.

При подобном переосмыслении задач подразделений по обеспечению безопасности дорожного движения, а также методов и средств по их осуществлению, необходимо понять и организационно-правовую модель этих структурных подразделений, в рамках которой и взаимодействуют её различные элементы, наделённые определёнными статусами. Сложившаяся система ГИБДД на современном этапе её развития не лишена определённых структурно-функциональных недостатков, которые являются следствием её «формальности» и отсутствия активно внедряемых в эту систему новых методов, используемых в теории менеджмента. В результате имеет место разобщённость и дублирование функций, в работе служб и подразделений ГИБДД горрайорганов внутренних дел. Особенно это проявляется на низовом уровне: так как подобные подразделения – самое многочисленное звено системы ГИБДД, осуществляющее специальные контрольные, надзорные и разрешительные функции в сфере обеспечения безопасности дорожного движения. Причём разобщённость прослеживается в ходе процесса нормативно-правового регулирования [1].

Отметим, что данные отделы (отделения) ГИБДД горрайорганов внутренних дел являются сложными организационными структурами, которым присуща многогранная направленность деятельности. И данная структурность приводит к тому, что существует ряд проблем именно структурно-функционального и организационно-правового характера. Одной из таких проблем является проблема правового статуса начальника подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел. Данная проблема носит, как теоретический, так и прикладной характер, что, безусловно, является актуальным для научных исследований.

Начальник подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел является единицей, которую можно воспринимать в различных теоретико-правовых и прикладных моделях. Начальник может иметь статус как определённого физического лица, так в то же самое время он может ассоциироваться с тем подразделением, которое возглавляет. Такая ситуация возможна благодаря его роли в организационном механизме управления органов внутренних дел по линии обеспечения безопасности дорожного движения на закреплённой территории. Наконец, начальник подразделения ГИБДД является элементом системы управления с позиции теоретического и прикладного менеджмента. В условиях, когда в странах Запада имеет место развитие теории «оказания услуг», согласно которой органы правопорядка должны при осуществлении своей деятельности, формироваться и функционировать, как определённые экономические системы, агентства по оказанию услуг населению. И в этой связи, подобные органы должны идти в ногу со временем и в вопросах развития взаимодействия на основе рыночных взаимоотношений. И именно начальник данного подразделения может строить свою работу на рыночных позициях, как опытный управленец, «менеджер» по организации обеспечения безопасности дорожного движения [2].

Поскольку в данной статье заявлена тема «Правовой статус начальника подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел», то необходимо определиться с понятийно-категориальным аппаратом. Термин «правовой статус» взят из теории государства и права и сам по себе имеет несколько определений.

Так, по мнению профессора А.Ф. Черданцева, правовой статус (правовое положение) «выражается совокупностью прав и обязанностей, характеризуется широтой и реальностью прав и свобод». Также правовым статусом могут быть наделены государственные организации, которые «как субъекты права создаются для осуществления самых разнообразных целей и задач». Таким образом, согласно такой точке зрения правовой статус равен правовому положению. С другой точки зрения, Н.И. Матузов отмечал, что в разграничении данных категорий «нет ни теоретической, ни практической необходимости». Данная проблема нашла отражение в трудах многих учёных-правоведов России [2].

В данной статье понятие «правовой статус» мы будем использовать как «совокупность прав и обязанностей», отдав, таким образом, предпочтение узкому подходу к пониманию данного термина.

Однако начальник подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел может обладать различными правовыми статусами. Критерии возможной классификации правовых статусов данного субъекта можно различить по уровневому и предметному способам.

В первом случае речь может идти о правовом статусе начальника подразделения ГИБДД как:

- права и обязанности гражданина Российской Федерации (общий правовой статус);
- права и обязанности лица, исполняющего обязанности начальника подразделения ГИБДД (индивидуальный статус);
- права и обязанности начальника подразделения ГИБДД (родовой статус, как подвид родового статуса сотрудника органов внутренних дел).

Для выполнения целей, поставленных при написании статьи целесообразно рассмотреть третий (родовой) правовой статус (средний уровень).

В этом случае речь идет о сфере правового регулирования, в рамках которой у данного начальника подразделения ГИБДД существуют специфические права и обязанности. Такими сферами являются сферы уголовного, административного, гражданского, налогового и других видов

регулирования. Исходя из этого, в рамках правового статуса целесообразно рассмотреть именно административно-правовой статус начальника подразделения ГИБДД. Потому что именно в ходе административно-правового регулирования и выявляются те права и обязанности начальника, необходимые для должного понимания его роли в рамках структурно-функционального механизма по обеспечению безопасности дорожного движения [3].

Таким образом, предметом данной статьи является именно родовой административно-правовой статус начальника подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел, выраженный в определённой совокупности его прав и обязанностей. Данные права и обязанности закреплены в нормативно-правовых актах, регулирующих организационное построение подразделений ГИБДД горрайоргана внутренних дел. Приказом МВД России от 28 сентября 1998 года, №618 в целях обеспечения реализации единой Государственной политики в области обеспечения безопасности дорожного движения, совершенствования правовых основ организации деятельности Государственной инспекции безопасности дорожного движения Министерства внутренних дел Российской Федерации, было утверждено Типовое положение об Отделе (отделении) Государственной инспекции безопасности дорожного движения Управления (отдела) внутренних дел района, города, округа, района в городе.

В разделе II Типового положения указывается, что Отдел (отделение) возглавляет начальник, который по должности является главным государственным инспектором безопасности дорожного движения соответствующего района, города, округа, района в городе. Таким образом, правовой статус начальника подразделения ГИБДД является подмножеством более широкого правового статуса государственного инспектора безопасности дорожного движения, а начальник наделён такими же правами и обязанностями. При начальнике Отдела (отделения) также образуется постоянно действующее оперативное совещание.

Специфические права и обязанности начальника подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел закреплены в разделе IV Типового положения об Отделе (отделении) Государственной инспекции безопасности дорожного движения Управления (отдела) внутренних дел района, города, округа, района в городе «Компетенция начальника». В этой связи важно определить соотношения понятий «правового статуса» и «компетенции». В первом случае речь идёт о «совокупности прав и обязанностей», а во втором о «круге полномочий». Также словарь С.И. Ожегова указывает на то, что «полномочие – это право, предоставленное кому-то на совершение чего-нибудь». Поскольку права сотрудников внутренних дел тесно связаны с обязанностями, то можно говорить, что термин «компетенция», является синонимичным «правовому статусу».

Согласно Типовому положению начальник подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел:

- руководит деятельностью Отдела (отделения) и подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению) и несёт персональную ответственность за выполнение возложенных на них обязанностей;

- организует контроль за соблюдением нормативно-правовых актов по вопросам обеспечения безопасности дорожного движения;

- обеспечивает соблюдение законности в деятельности Отдела (отделения) и подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению);

- использует при осуществлении возложенных на Государственную инспекцию обязанностей полномочия, предоставленные нормативными правовыми актами Российской Федерации, соответствующего субъекта Российской Федерации, района, города, округа, района в городе, а также нормативными правовыми актами МВД России, МВД, ГУВД, УВД соответствующего субъекта Российской Федерации и УВД, ОВД;

- организует и ведёт приём граждан, рассматривает предложения, заявления и жалобы по вопросам, отнесённым к компетенции Государственной инспекции, принимает по ним необходимые меры;

- представляет в установленном порядке УВД, ОВД по вопросам входящим в компетенцию Отдела (отделения);

- вносит в установленном порядке предложения по материально-техническому и финансовому обеспечению Отдела (отделения) и подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению);

- согласовывает с руководителями вышестоящего органа управления Государственной инспекции соответствующего субъекта Российской Федерации положение об Отделе (отделении), его структуру и штатную численность, а также положения подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению);

- представляет на утверждение руководству УВД, ОВД проекты планов работы Отдела (отделения) и также утверждает планы работы подразделений, входящих в структуру Отдела (отделения), а также подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению);

- утверждает должностные инструкции сотрудников Отдела (отделения) и руководителей подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению);

- утверждает положение о структурных подразделениях Отдела (отделения) и подразделениях, непосредственно подчинённых Отделу (отделению), а также планы работ этих подразделений;

- обеспечивает отбор, расстановку, воспитание и обучение сотрудников и работников Отдела (отделения) и руководителей подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению);
- вносит предложения руководству УВД, ОВД: о совершенствовании структуры Отдела (отделения) и подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению); о назначении на должность лиц начальствующего состава Отдела (отделения) и руководителей подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению); об изменении размеров денежного содержания сотрудников и работников Отдела (отделения) и руководителей подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению); о поощрении граждан за активное участие в обеспечении безопасности дорожного движения;
- поощряет и налагает дисциплинарные взыскания на сотрудников и работников Отдела (отделения) и подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению), вносит предложения по этим вопросам руководству УВД, ОВД;
- готовит в установленном порядке аттестации на сотрудников Отдела (отделения) и руководителей подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению), принимает участие в работе аттестационной комиссии УВД, ОВД при их рассмотрении;
- представляет сотрудников Отдела (отделения) и подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению), к присвоению специальных званий;
- распоряжается премиальным фондом и фондом материального поощрения, выделенными УВД, ОВД Отделу (отделению) [5].

Немаловажной проблемой является дихотомия подчинённости начальника подразделения ГИБДД горрайорганов внутренних дел. Критерий данной подчинённости может носить как материальный (предметный), так и процессуальный (формальный и территориальный характер). Сдвиг в ту или иную сторону в ходе истории приводил к тем или иным нежелательным последствиям. В результате сегодня закрепились двойная система подчинённости, основанная на классической дихотомической формуле «содержание-форма».

С материальной (предметной) точки зрения определяющим фактором, при определении подчинённости является область приложения сил и средств данным подразделением (предметная область). В рамках такой модели благожелательной является вертикаль власти: начальник подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел подчиняется начальнику Управления (Отдела) ГИБДД МВД, ГУВД, УВД субъекта Российской Федерации.

С процессуальной (формальной) точки зрения при предметной подчинённости теряется связь субъекта с той зоной ответственности, на которой он расположен. Согласно этой модели начальник Отдела (отделения) ГИБДД подчиняется начальнику горрайоргана внутренних дел.

Ярким примером подобного дихотомического подчинения является норма раздела II Типового положения об Отделе (отделении) Государственной инспекции безопасности дорожного движения Управления (отдела) внутренних дел района, города, округа, района в городе, которая устанавливает, что начальник Отдела (отделения) назначается на должность и освобождается от должности начальником УВД, ОВД по согласованию с руководителями вышестоящих органов управления Государственной инспекции соответствующего субъекта Российской Федерации.

Наконец, на основании предложения начальника Отдела (отделения) и последующего согласования с руководителями вышестоящих органов управления Государственной инспекции соответствующего субъекта Российской Федерации начальник УВД, ОВД утверждает структуру и штатную численность Отдела (отделения) ГИБДД и подразделений, непосредственно подчинённых Отделу (отделению).

Таким образом, статус начальника подразделения ГИБДД горрайоргана внутренних дел не является очевидным. Здесь имеют место различные проблемы, которые тесно связаны, в том числе, и с самим подразделением ГИБДД, а решение данных проблем неразрывно связано с проведением научных исследований, направленных на создание программ повышения эффективности организации и функционирования, как подразделений ГИБДД горрайорганов внутренних дел в частности, так и всей структуры Государственной инспекции безопасности дорожного движения МВД России в целом [4].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никишкин А.В. Безопасность дорожного движения – главная задача государства // Психология обеспечения правопорядка и безопасности; Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 21–23 мая 2008. / Сост.: Пряхина М.В., Корчмарюк В.А., Андреева И.А., Статный В.М. СПб.: Изд-во СПб ун-та МВД России, 2008. С. 241.
2. Матузов Н.И. Правовой статус личности: понятие и структура // Правопорядок и правовой статус личности в развитом социалистическом обществе в свете Конституции СССР 1977 г. Саратов, 1980. С. 58.
3. Организация деятельности Государственной инспекции безопасности дорожного движения МВД России. Альбом схем: Учебное наглядное пособие / МВД России СПбУ; Сост.: Е.В. Болотина и др. Под ред. В.П. Сальникова. СПб., 2004. 96 с.
4. Никишкин А.В. Отделы ГИБДД горрайорганов внутренних дел, пути совершенствования их деятельности // Психология обеспечения правопорядка и безопасности; Материалы международной научно-практической конференции. Санкт-Петербург, 21–23 мая 2008 г. / Сост.: Пряхина М.В., Корчмарюк В.А., Андреева И.А., Статный В.М. СПб.: Изд-во СПб ун-та МВД России, 2008. С. 239.
5. Газизов Ф.А. Задачи и основные направления деятельности Государственной инспекции безопасности дорожного движения в современных условиях: Лекция / МВД России, ВИПК. Домодедово, 2001. С. 38.

Стурза К.И.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
К ВОПРОСУ О ЗАКЛЮЧЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРАКТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ПРОВЕДЕНИЯ ОТКРЫТОГО АУКЦИОНА В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ
ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Рынок государственных и муниципальных закупок динамично развивается, объем средств, выделяемых на эти цели в 2010 году достиг пяти триллионов рублей. Анализ размещения заказов показывает, что снижение максимальной цены контракта на аукционах в среднем составляет 30–40% против 10% при размещении заказа путем проведения конкурса. При переходе на электронные аукционы ожидается еще более значительная экономия бюджетных средств. Так, по данным Федеральной антимонопольной службы России по состоянию на 06.05.2011 года достигнута экономия на электронных аукционах, проведенных на электронной площадке ЗАО «ММБВ–ИТ» по следующим государственным заказам:

- комплексное хозяйственное обслуживание здания Верховного Суда РФ – на 73,50%, экономия составила 25042842 рубля;
 - оказание услуг связи по предоставлению доступа к сети Интернет для нужд ФМС России – на 69,0%, экономия составила 2405367 рублей;
 - оказание телеметрических услуг связи по предоставлению доступа к сети Интернет для ФГУ «Межотраслевой научно–технический комплекс «Микрохирургии глаза» им. Академика С.Н. Федорова – на 66,0%, экономия составила 726000 рублей;
 - поставка оборудования системы автоматического водяного пожаротушения для дирекции по строительству в Москве для нужд ФСБ России – на 62,84%, экономия составила 475404 рубля;
 - оказание услуг подвижной (сотовой) связи для нужд ФМС России в 2011 году – на 60,5%, экономия составила 1530771 рубль [1].
- Из приведенного примера видно, что при проведении открытого аукциона в электронной форме удалось добиться снижения первоначальной (максимальной) цены контракта не менее чем на 60% по каждому из заключенных контрактов, а экономия бюджетных средств составила 30180384 рубля.

В соответствии с главой 3.1 Федерального закона №94–ФЗ «О размещении заказов на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд» с 1 июля 2010 года федеральные государственные заказчики, а с 1 января 2011 года региональные и муниципальные заказчики обязаны проводить открытые аукционы в электронной форме [2] по всему аукционному перечню, установленному Распоряжением Правительства РФ от 27 февраля 2008 года №236–р [3].

Выявляя преимущество электронных аукционов перед традиционными, можно выделить следующие основные отличия. Во-первых, перевод размещения заказов для государственных и муниципальных нужд в электронную сферу существенно упрощает процедуру и предоставляет практически неограниченному кругу лиц возможность принять участие в аукционах. Во-вторых, система доступа и обработки информации позволяет обеспечить прозрачность при размещении заказов, устраняется какое-либо влияние на процедуру выбора победителя. В-третьих, преимуществом являются и сокращенные сроки проведения торгов в форме электронного аукциона, и упрощенный документооборот. В-четвертых, для государства важным моментом является экономия бюджетных средств, достигаемая при размещении заказов электронным способом.

Подразделения органов внутренних дел Российской Федерации являются заказчиками товаров, работ и услуг за счет бюджетных средств. В соответствии с пунктом 40 статьи 13 Типового положения о территориальном органе Министерства внутренних дел Российской Федерации по субъекту Российской Федерации, введенным в действие Указом Президента России от 01.03.2011 года №249, «территориальный орган уполномочен осуществлять проведение конкурсов и заключение государственных контрактов на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг для нужд территориального органа, подчиненных органов и организаций» [4].

Весь комплекс мероприятий по участию подразделений органов внутренних дел Российской Федерации в проведении открытого аукциона в электронной форме можно условно разделить на восемь этапов.

Этап первый. Для начала работы на электронном аукционе, прежде всего заказчиком необходимо обратиться в территориальный орган Федерального казначейства по месту открытия лицевого счета и получить сертификат электронной цифровой подписи (далее – ЭЦП). Для удобства участники размещения заказа при получении ЭЦП могут обращаться в удостоверяющий центр своего региона. Представляется необходимым получение ЭЦП не только руководителем органа внутренних дел (учреждений МВД РФ) но и его заместителями (в случае исполнения ими обязанности временно отсутствующего руководителя ОВД), а также должностными лицами, исполняющими обязанности связанные с подготовкой документации для проведения аукциона.

Этап второй. Установка криптографического программного обеспечения КриптоПРО версии не ниже 3.0. необходимого для работы ЭЦП на компьютере и настройка браузера IE на работу с ЭЦП.

Этап третий. Провести аккредитацию организации на электронной площадке (площадках) в качестве участника размещения заказа.

Под электронной площадкой понимается сайт в сети «Интернет», на котором проводятся открытые аукционы в электронной форме. Оператором электронной площадки является юридическое лицо независимо от его организационно–правовой формы, формы собственности, места нахождения и места происхождения капитала или физическое лицо в качестве индивидуального предпринимателя, государственная регистрация которых осуществлена в установленном порядке на территории Российской Федерации, которые владеют электронной площадкой, необходимыми для ее функционирования программно–аппаратными средствами и обеспечивают проведение открытых аукционов в электронной форме в соответствии с законодательством Российской Федерации о размещении заказов [5].

В настоящее время Правительство РФ определило в качестве пилотных площадок следующие:

1. ЗАО «Сбербанк – Автоматизированная система торгов.
2. ОАО «Единая электронная торговая площадка» (Москва).
3. ФГУП «Агентство по государственному заказу, инвестиционной деятельности и межрегиональным связям Республики Татарстан».
4. ООО «Индексное агентство РТС».
5. ЗАО «ММВБ – Информационные технологии».

Этап четвертый. После прохождения регистрации осуществляется проверка предоставленных сведений в течение трех дней и подтверждение регистрации. После этого заказчик получает возможность опубликовывать извещения о проведении аукционов, рассматривать поступившие заявки от участников, наблюдать за ходом торгов, а участник размещения заказов, прошедший регистрацию и аккредитацию на электронной торговой площадке, может направлять заявки на участие в интересующих аукционах и подавать ценовые предложения.

При участии на электронном аукционе упрощается документооборот. От заказчика требуется только подготовить извещение о проведении открытого аукциона и документацию об электронном аукционе.

Этап пятый. Размещение извещения о проведении электронного аукциона и документации об аукционе на сайте электронной торговой площадки.

Заказчик заполняет формы извещения о проведении электронного аукциона. Осуществляет прикрепление файлов документации о проведении электронного аукциона и проекта контракта. Получает на электронный адрес от оператора электронной торговой площадки (далее – ЭТП) запрос о разъяснении положений документации об электронном аукционе. Осуществляет размещение разъяснений на сайте ЭТП на поступивший запрос. Заполняется форма разъяснения положений об аукционе и размещается на сайте ЭТП.

Этап шестой. Рассмотрение аукционной комиссией первых частей заявок участников электронного аукциона и составление протокола рассмотрения заявок.

По окончании срока подачи заявок заказчик получает от оператора ЭТП первые части заявок участников аукциона. Аукционная комиссия проверяет их на соответствие установленным документацией об электронном аукционе требованиям в отношении товаров, работ, услуг, на поставки, выполнение, оказание которых размещается заказ и принимает решение о допуске к участию в электронном аукционе и признании участником электронного аукциона или отказе в допуске. Составляется протокол рассмотрения заявок.

Этап седьмой. Рассмотрение аукционной комиссией вторых частей заявок участников аукциона и составление протокола подведения итогов электронного аукциона.

Заказчик получает от оператора ЭТП протокол проведения электронного аукциона и вторые части заявок на участие в электронном аукционе. Аукционная комиссия рассматривает вторые части заявок на участие в электронном аукционе на соответствие или несоответствие заявки на участие требованиям, установленным документацией об электронном аукционе и принимает решение о соответствии или о несоответствии заявки участника требованиям, установленным документацией об аукционе. По результатам данной процедуры составляется протокол подведения итогов электронного аукциона. Протокол заполняется в зависимости от результатов рассмотрения, подписывается ЭЦП заказчика, размещается на сайте ЭТП в течение дня, следующего за днем подписания протокола.

Этап восьмой. Заключение контракта.

По результатам электронного аукциона государственный или муниципальный контракт заключает с победителем открытого аукциона в электронной форме, с иным участником открытого аукциона в электронной форме, заявка на участие в открытом аукционе, в электронной форме которого признана соответствующей требованиям аукционной документации. Процедура подписания государственного (муниципального) контракта осуществляется через систему электронного документооборота оператора с использованием ЭЦП. Заказчик, направляет оператору ЭТП проект контракта без подписи заказчика в течение четырех дней со дня размещения на электронной площадке протокола подведения итогов электронного аукциона. Заказчик получает по истечении десяти дней со дня размещения на ЭТП протокола подведения итогов электронного аукциона от

оператора ЭТП проект контракта и документ об обеспечении исполнения контракта, в случае, если заказчиком, было установлено требование обеспечения исполнения контракта. Заказчик направляет оператору ЭТП подписанный ЭЦП контракт в течение трех дней со дня получения от оператора проекта контракта и в случае установления требования обеспечения исполнения контракта, документ об обеспечении исполнения контракта.

По завершению мероприятий восьмого этапа государственный контракт считается заключенным и с этого момента стороны государственного контракта обязаны строго руководствоваться установленными в контракте правами и обязанностями.

Электронные торги несомненный шаг к открытости процедуры, общедоступности информации. Электронный документооборот служит для того, что бы минимизировать коррупционность, а, следовательно, увеличить конкуренцию. Выход аукциона в интернет на электронные торговые площадки позволяет привлечь к сфере удовлетворения государственных и муниципальных нужд самый широкий круг поставщиков, что служит повышению эффективности и надежности всех этапов процесса заключения государственного контракта.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт Федеральной антимонопольной службы России. [Электронный ресурс]: http://fas.gov.ru/analytical-materials/analytical-materials_30436.html (дата обращения 04.06.2011).
2. Федеральный закон от 21 июля 2005 г. №94-ФЗ «О размещении заказов на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд», Ч. 29. ст. 65, [электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «Консультант плюс» (дата обращения 13.05.2011).
3. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 27 февраля 2008 г. №236 –р [электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «Консультант плюс» (дата обращения 13.05.2011).
4. Указ Президента Российской Федерации от 01.03.2011 г. №249 «Об утверждении Типового положения о территориальном органе Министерства внутренних дел Российской Федерации по субъекту Российской Федерации // Российская газета. 2011.01 марта.
5. Федеральный закон от 21 июля 2005 г. №94-ФЗ «О размещении заказов на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд», Ч.2 ст. 41.1. [электронный ресурс]: Доступ из справочно-правовой системы «Консультант плюс» (дата обращения 13.05.2011).

Топчиева Т.В.

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России
ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДОСУДЕБНОГО СОГЛАШЕНИЯ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ
ПО ДЕЛАМ О ПРЕСТУПЛЕНИЯХ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Характерной особенностью развития общества в современных условиях является активное развитие процессов информатизации, обуславливающих развитие автоматизированных систем и средств коммуникации, средств распространения и обмена информацией посредством глобальной сети Интернет. Деятельность отдельных людей, групп, коллективов и организаций сейчас все в большей степени начинает зависеть от их информированности и способности эффективно использовать имеющуюся информацию. Причем, информация используется как в целях развития страны и общества, так и в преступных целях. Преступность сегодня активно использует каналы высоких технологий и Интернет. Все чаще преступники оснащены сверхсовременной техникой и обладают высоким интеллектуальным уровнем.

Преступления в сфере информационных технологий включают как распространение вредоносных вирусов, взлом паролей, кражу номеров кредитных карточек и других банковских реквизитов (фишинг), так и распространение противоправной информации (клеветы, материалов порнографического характера, материалов, возбуждающих межнациональную и межрелигиозную вражду и т.п.) через Интернет. Кроме того, одним из наиболее опасных и распространенных преступлений, совершаемых с использованием Интернета, является мошенничество, которое осуществляется такими способами как: вовлечение в различного рода мошеннические схемы, интернет-аукционы, в которых сами продавцы делают ставки, чтобы поднять цену выставленного на аукцион товара.

В зарубежных государствах, в частности США, получили распространение аферы, связанные с продажей доменных имен: производится массовая рассылка электронных сообщений, в которых, например, сообщают о попытках неизвестных лиц зарегистрировать доменные имена, похожие на адреса принадлежавших адресатам сайтов и владельцам сайтов предлагается зарегистрировать ненужное им доменное имя, чтобы опередить этих лиц.

В соответствии с действующим уголовным законодательством Российской Федерации под преступлениями в сфере компьютерной информации понимаются совершаемые в сфере информационных процессов и посягающие на информационную безопасность деяния, предметом которых являются информация и компьютерные средства. Данная группа посягательств является институтом особенной части уголовного законодательства, ответственность за их совершение предусмотрена гл. 28 УК РФ. В качестве самостоятельного института впервые выделен УК РФ 1996 года и относится к субинституту «Преступления против общественной безопасности и общественного порядка». Видовым объектом рассматриваемых преступлений являются общественные отношения,

связанные с безопасностью информации и систем обработки информации с помощью ЭВМ. По отечественному уголовному законодательству преступлениями в сфере компьютерной информации являются: неправомерный доступ к компьютерной информации, создание, использование и распространение вредоносных программ для ЭВМ, нарушение правил эксплуатации ЭВМ, системы ЭВМ или их сети. Общественная опасность противоправных действий в области электронной техники и информационных технологий выражается в том, что они могут повлечь за собой нарушение деятельности автоматизированных систем управления и контроля различных объектов, серьезное нарушение работы ЭВМ и их систем, несанкционированные действия по уничтожению, модификации, искажению, копированию информации и информационных ресурсов, иные формы незаконного вмешательства в информационные системы, которые способны вызвать тяжкие и необратимые последствия, связанные не только с имущественным ущербом, но и с физическим вредом людям. Неправомерный доступ к компьютерной информации и нарушение установленных правил эксплуатации ЭВМ, системы ЭВМ или их сети сформулированы как преступления с материальным составом, а создание либо использование вредоносных программ для ЭВМ – с формальным. В качестве последствий данных видов преступлений является: уничтожение, модификация, блокирование либо копирование информации, нарушение работы ЭВМ или системы ЭВМ, причинение существенного вреда и т.п.

Организованная преступность становится наиболее широкомасштабным и опасным явлением в жизни общества. Ее доля в общей структуре преступности ежегодно растет. Число зарегистрированных преступлений, совершенных организованными группами и преступными сообществами, увеличилось за последние пять лет в несколько раз [1]. Сохраняется тенденция роста наиболее общественно опасных проявлений организованной преступности. Бандитизм, убийства по найму, наркоторговля, захваты заложников, терроризм и иные преступления – все это стало реальностью повседневной жизни российских граждан и не может не волновать как современную общественность, так и законодателя.

Федеральным законом от 29 июня 2009 года №141-ФЗ «О внесении изменений в Уголовный кодекс Российской Федерации и Уголовно-процессуальный кодекс Российской Федерации» [2. С. 2753] в практику российского уголовного процесса введен институт досудебного соглашения о сотрудничестве. Закон направлен на противодействие организованным формам преступности путем привлечения правоохранительными органами к сотрудничеству лиц, состоящих в организованных группах и преступных сообществах, на условиях сокращения им уголовного наказания и распространения на них мер государственной защиты. Кроме того, закон дополняет УПК РФ новой главой 40.1 «Особый порядок вынесения судебного решения при заключении досудебного соглашения о сотрудничестве», которая устанавливает характер и пределы участия обвиняемого и подозреваемого в раскрытии и расследовании преступления, изобличении других соучастников преступления и розыске имущества. Задачей данного законопроекта является расширение возможностей влияния уголовного и уголовно-процессуального законодательства в противодействии организованной преступности, коррупции, расследовании деятельности преступных сообществ (преступных организаций) [3], члены которых, как правило, отказываются от дачи показаний о преступной деятельности соучастников и организаторов преступлений. Положения законопроекта представляются реальной мерой по противодействию организованным формам преступности и учитывают многолетний положительный опыт применения аналогичных правовых институтов других государств.

Однако новый отечественный процессуальный институт отличается от зарубежных аналогов не только процедурой, но целью и предметом, что позволяет говорить о его самобытности. Кроме этого, досудебное соглашение о сотрудничестве, заимствуя понятия отечественного гражданского права, по-иному их трактует в уголовно – процессуальном контексте. В современной отечественной юриспруденции договор, соглашение являются категориями гражданского права. Юридическое понятие договора раскрывается в статье 420 Гражданского кодекса РФ: «договор-соглашение двух или нескольких лиц об установлении, изменении или прекращении гражданских прав и обязанностей» [4]. В юридическом понимании договор – это и юридический факт, лежащий в основе обязательства, и само договорное обязательство, и документ, в котором закреплено установление обязательного правоотношения. Данное понимание договора традиционно для российской цивилистики. Отмеченная традиционность характерна не только для гражданского, но и международного права. Например, Федеральный закон от 15.07.1995 года №101-ФЗ «О международных договорах Российской Федерации» договор определяется как соглашение, «регулируемое международным правом» [2. С. 2757].

Основное гражданско-правовое значение договора заключается в появлении связанности его субъектов соответствующим обязательственным правоотношением, а также в регулировании свободного волеизъявления субъектов права (согласно п. 2 ст. 1 Гражданского кодекса РФ) путем указания на пределы их возможного или должного поведения, а равно на последствия нарушения соответствующих требований. Решающим при заключении гражданско-правового договора является волеизъявление сторон. Договорные отношения субъектов гражданского права основаны на их

взаимном юридическом равенстве, исключающем властное подчинение одной стороны другой. В соответствии со ст. 421 Гражданского кодекса РФ граждане и юридические лица свободны в заключении договора. Свобода договора проявляется в нескольких различных аспектах: в праве заключения договора, в определении характера и условий договора.

Гражданско-правовой договор дает своим участникам возможность свободно согласовывать свои интересы и цели и определить необходимые действия по их достижению. Вместе с тем он придает результатам такого согласования общеобязательную для сторон юридическую силу, при необходимости обеспечивающую его принудительную реализацию.

Содержание договора составляет совокупность согласованных его сторонами условий, в которых закрепляются права и обязанности сторон, составляющие содержание договорного обязательства. Договор считается заключенным, если между сторонами достигнуто соглашение по всем условиям договора. Следует отметить, что термины «договор» и «соглашение» в гражданском праве употребляются как синонимы.

Таким образом, договор (соглашение), являясь категорией гражданского права, соответствует принципам и основополагающим началам этой отрасли права, основное назначение которой заключается в регулировании правовых взаимоотношений между гражданами. Гражданское право наиболее ярко отражает в своих правилах частноправовое регулирование с присущими ему началами юридического равенства и самостоятельности участников регулируемых отношений, свободы договоров, запрета произвольного вмешательства публичной власти в частные дела, независимой судебной защиты нарушенных прав и интересов. Частное право регулирует взаимоотношения частных лиц, основанные на их интересах и реализуемые к их пользе, причем такое регулирование осуществляется главным образом с помощью правил диспозитивного, а не императивного характера.

Несколько иначе складываются и регулируются правоотношения в уголовном и уголовно – процессуальном праве, поскольку эти отрасли права относятся к публичному праву, отличительной чертой которого является преобладание интересов государства над частными интересами. Исходя из этого, и следует рассматривать досудебное соглашение о сотрудничестве. Так, согласно п. 61 ст. 5 УПК РФ, досудебное соглашение о сотрудничестве – соглашение между сторонами обвинения и защиты, в котором указанные стороны согласовывают условия ответственности подозреваемого или обвиняемого в зависимости от его действий после возбуждения уголовного дела или предъявления обвинения.

В целом же, процедура досудебного соглашения о сотрудничестве проникнута публичностью и соответствует современной типологии отечественного судопроизводства. Новизна заключается в том, что с появлением досудебного соглашения о сотрудничестве решение задач отечественного уголовного процесса стало возможным посредством достижения разумного компромисса, при котором гарантированно защищены как частный, так и публичный интересы. Хотя новый процессуальный институт несколько меняет соотношение публичных и диспозитивных начал в отечественном уголовном судопроизводстве, но в целом изменить его типологическую характеристику он не в силах. Поскольку, «само по себе оно (изменение соотношения публичных и диспозитивных начал – прим. автора) не может поменять тип уголовного процесса, поскольку всегда это обусловлено системным свойством судопроизводства. Реформированию должны подвергнуться и другие элементы типологии» [5. С. 48].

Чтобы понять суть термина, обратимся к семантике слова «соглашение». Большой толковый словарь русского языка [6. С. 1228] трактует слово «соглашение» в двух значениях: первое – «взаимное согласие, договоренность о чем-то» [6], второе – «договор, устанавливающий взаимные обязательства сторон» [6]. Толковый словарь русского языка под редакцией С.И. Ожегова и Н.Ю. Шведова аналогичным образом толкует данное слово, лишь несколько расширяя второе значение: «соглашение-договор, устанавливающий какие-либо условия, взаимоотношения, права и обязанности сторон» [7. С. 732]. Эти же источники дают следующее толкование слову «сотрудничать»: «работать, действовать вместе, принимать участие в общем деле» [7. С. 745]. Таким образом, в общеязыковом значении понятия «соглашение» и «договор» несколько разнятся. Аналогичное явление наблюдается при анализе иностранных слов-синонимов. Русскому слову «договор» соответствует иностранное заимствование «контракт» (лат. – contractus), обозначающее «письменный договор, устанавливающий взаимные обязательства сторон» [8. С. 310].

Из проведенного языкового анализа следует, что под соглашением следует понимать согласованное волеизъявление сторон, направленное на достижение единой цели, договор же устанавливает взаимные обязательства сторон и является основой возникающих между сторонами обязательственных отношений. Поэтому, под соглашением о сотрудничестве следует понимать согласованное волеизъявление сторон, которые действуют вместе, принимая участие в общем деле.

Думается, именно такое смысловое значение вкладывалось законодателем в название нового правового института, поскольку исходя из действующих ныне норм закона, хотя досудебное соглашение о сотрудничестве имеет письменную форму и наличие двух сторон, однако не предполагает связанность его субъектов взаимными обязательственными правоотношениями в той мере, в какой они свойственны гражданско-правовому договору. Отличительной особенностью

соглашения о сотрудничестве является то, что сторона защиты добровольно возлагает на себя обязательства и сама же несет бремя ответственности за их выполнение. Следовательно, досудебное соглашение о сотрудничестве понимается как согласованное волеизъявление сторон обвинения и защиты, совместные действия которых направлены на раскрытие и расследование преступлений, изобличение лиц их совершивших, а так же является процессуальным механизмом, способствующим более эффективному расследованию групповых преступлений.

Кроме смягчения уголовного наказания, подозреваемому (обвиняемому), сотрудничающему со следствием, государство гарантирует обеспечение безопасности как в рамках уголовно-процессуального производства, так и в пределах, определенных федеральным законом по обеспечению мер государственной защиты потерпевших, свидетелей и иных участников уголовного судопроизводства. Данная мера, с одной стороны, призвана защитить подозреваемого (обвиняемого), заключившего досудебное соглашение о сотрудничестве, от негативного влияния как соучастников, так и организатора и заказчика преступления, а, с другой стороны, обеспечить заинтересованность стороны защиты в заключении такого рода соглашений и повысить эффективность реализации данного института. Обеспечение мер безопасности должностными лицами, осуществляющими уголовное судопроизводство, на современном этапе является необходимым условием эффективной борьбы с организованной преступностью.

В целом, применение современных информационных технологий, с одной стороны, подталкивает преступников качественно вооружаться новыми высокотехническими средствами для подготовки, совершения и сокрытия следов преступления и открывает новые направления преступной деятельности, с другой стороны, – законодательство решает задачи расширения возможностей влияния уголовного и уголовно-процессуального законодательства в противодействии организованной преступности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Официальный сайт МВД РФ- [www/mvd.ru](http://www.mvd.ru).
2. Собрание законодательства РФ 2009 № 28.
3. Пояснительная записка к законопроекту - <http://base.consultant.ru>
4. Гражданский кодекс. – М. 2010.
5. Чердынцева И.А. Назначение современного российского уголовного процесса как элемент его типологической характеристики: дис...канд. юрид. наук. Омск, 2008.
6. Большой толковый словарь русского языка. Под ред. С.А.Кузнецова СПб. «Норинт».2003.
7. Толковый словарь русского языка под ред. С.И.Ожегова, Н.Ю.Шведова. М. «Азъ».1995.
8. Большой словарь иностранных слов / сост. А.Ю. Москвин. М., ЗАО Издательство «Центрополиграф»: ООО «Полус», 2003.

Черепанова Ю.Е.

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России

К ВОПРОСУ О СПЕЦИФИКЕ ЛИЦЕНЗИОННЫХ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ

Стремительная информатизация всех сфер жизни общества, широкое применение средств вычислительной техники и рост ответственности решений, принимаемых на основе автоматизированной обработки данных, приводят к неуклонному повышению актуальности проблемы защиты информации. Вместе с тем, защита информации является составной частью более широкой проблемы – обеспечения информационной безопасности, которая рассматривается как составная часть концепции национальной безопасности [1]. Деятельностью в области защиты информации занимается множество коммерческих и государственных предприятий, предлагающих услуги по разработке и внедрению средств защиты информации. Свидетельством государственной важности проблемы защиты информации является отнесение деятельности таких организаций к лицензируемой. В соответствии с действующим законодательством организации, выполняющие работы в области проектирования, производства средств защиты информации, должны иметь лицензии на данные виды деятельности.

Лицензионное производство в области защиты информации в общем виде регламентировано статьями 9, 15 и 17 Федерального закона №128-ФЗ «О лицензировании отдельных видов деятельности» от 8 августа 2001 года (с изменениями по состоянию на 29 декабря 2010 г.) [2] (далее – Закон о лицензировании).

В статье 9 приводится перечень представляемых соискателем лицензии документов, причем сформулировано правило, что требовать предоставления дополнительных документов лицензирующий орган вправе только в том случае, когда это прямо предусмотрено в положениях о лицензировании конкретных видов деятельности, и необходимость наличия этих документов при осуществлении конкретного вида деятельности установлена соответствующими федеральными законами, а также иными нормативными правовыми актами, принятие которых предусмотрено соответствующими федеральными законами. Казалось бы, процесс прописан достаточно подробно и четко, и на практике вызывать затруднений или споров не может.

Согласно статье 2 Закона о лицензировании под лицензией понимается «специальное разрешение на осуществление конкретного вида деятельности при обязательном соблюдении

лицензионных требований и условий, выданное лицензирующим органом юридическому лицу или индивидуальному предпринимателю». Таким образом, необходимым условием осуществления лицензируемого вида деятельности является соблюдение лицензиатом лицензионных требований и условий.

Сфера защиты информации изобилует весьма специфическими лицензионными требованиями и условиями в конкретных видах деятельности, что добавляет сложности в регламентацию и так непростого лицензионного производства. Указанные требования и условия формулируются в Положениях о лицензировании конкретного вида деятельности, утверждаемых Постановлениями Правительства РФ, а реализуются с помощью нормативно-правовых актов, принимаемых на уровне соответствующего уполномоченного органа. И действительно, каждый орган исполнительной власти, в силу постановления Правительства РФ от 26 января 2006 года №45 (редакция от 10.12.2010) «Об организации лицензирования отдельных видов деятельности» [3] осуществляет лицензирование конкретных видов деятельности на основе принимаемых Административных регламентов. В сфере защиты информации такими органами являются Федеральная служба по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) РФ и Федеральная служба безопасности (ФСБ) РФ.

В Положениях о лицензировании конкретных видов деятельности в сфере защиты информации предусматривается предоставление дополнительных документов, определяемых спецификой такой деятельности. Так, для получения лицензии на осуществление деятельности по технической защите конфиденциальной информации [4], кроме перечисленных в Законе о лицензировании документов необходимо представить, например:

1. Копии документов, подтверждающих квалификацию специалистов по защите информации (дипломов, удостоверений, свидетельств);

2. Сведения о наличии производственного и контрольно-измерительного оборудования, средств защиты информации и средств контроля защищенности информации, необходимых для осуществления лицензируемой деятельности, с приложением копий документов о проверке контрольно-измерительного оборудования;

3. Сведения об имеющихся у соискателя лицензии нормативных правовых актах, нормативно-методических и методических документах по вопросам технической защиты информации.

Поскольку данные требования в полном соответствии с Законом о лицензировании сформулированы в Положении о лицензировании, можно говорить о важной гарантии защиты соискателя лицензии от возможных злоупотреблений со стороны лицензирующих органов. Вместе с тем, очевидно, что названные пункты в сфере защиты информации могут трактоваться представителями лицензирующего органа весьма субъективно. Так, например, исчерпывающего перечня необходимых для осуществления лицензируемой деятельности производственного и контрольно-измерительного оборудования, средств защиты информации и средств контроля защищенности информации в нормативных актах не имеется. Следовательно, в случае предвзятого отношения лицензирующего органа к соискателю лицензии возможность для недопущения «неудобной» компании на контролируемый рынок у лицензирующего органа существует. Хотя в настоящее время практика показывает, что в данном случае лицензирующие органы достаточно гибко подходят к оценке имеющегося в наличии производственного и контрольно-измерительного оборудования, и не используют этот рычаг давления на соискателя лицензии, но сам факт отсутствия такого списка означает возможность появления данного способа воздействия, что нельзя считать приемлемым. Действительно, шанс его использования лицензирующим органом по своему усмотрению ставит соискателей лицензии в неравные условия по сравнению друг с другом, а это противоречит основным принципам лицензирования и создает возможность злоупотреблений для должностных лиц органов исполнительной власти, делая указанную деятельность потенциально коррупционно опасной.

Сходная проблема может возникнуть при оценке соответствия лицензиата требованию, сформулированному в п. 6 Положения. Действительно, поскольку рассмотрение лицензирующим органом представленных соискателем лицензии документов может осуществляться в форме экспертизы [5], или в форме проверки [6] возможности выполнения соискателем лицензии соответствующих лицензионных требований и условий, то и необходимое для получения лицензии количество таких специалистов, и уровень их квалификации будет оценивать экспертная комиссия лицензирующего органа. Количество такого инженерно-технического персонала ни Положением о лицензировании, ни Административным регламентом не оговаривается, а значит, экспертная комиссия лицензирующего органа вправе самостоятельно решать, достаточно ли работников нужной квалификации в штате у соискателя лицензии. И хотя в соответствии с положениями п. 3 статьи 9 Закона о лицензировании «не допускается отказ в выдаче лицензии на основании величины объема продукции (работ, услуг), производимой или планируемой для производства соискателем лицензии», но недостаточное количество квалифицированного персонала основанием для отказа в выдаче лицензии стать может. Таким образом, существует опасность, что экспертные комиссии лицензирующих органов в своей работе будут руководствоваться зачастую неизвестными соискателю лицензии требованиями соответствующей службы или собственным мнением, что может привести к

увеличению коррупционной опасности названной деятельности. А это противоречит требованию статьи 7 Федерального закона от 25 декабря 2008 года №273-ФЗ «О противодействии коррупции» об «оптимизации и конкретизации полномочий государственных органов и их работников, которые должны быть отражены в административных и должностных регламентах» [7].

Очевидно, что в положениях о лицензировании конкретных видов деятельности в сфере защиты информации следует точно определить условия, которым должны соответствовать специалисты соискателя лицензии, его оборудование и другие объекты. В этом случае в обязанности лицензирующего органа будет входить лишь проверка соответствия заявленных условий обязательным условиям, четко очерченным в нормативных актах, что должно способствовать большей объективности и недопущению возникновения спора о праве или необходимости обжаловать действия должностных лиц в порядке административной или судебной жалобы. Когда же положение о лицензировании определенного вида деятельности не содержит конкретных требований к соискателю лицензии, но обязывает его представить информацию о квалификации своих работников или характеристиках оборудования, решение о выдаче лицензии, к сожалению, зависит от субъективного мнения должностных лиц, представляющих лицензирующий орган.

Кроме того, в Законе о лицензировании, в соответствующих Положениях и Административных регламентах не предусмотрено право соискателя лицензии на проведение независимой экспертизы для оспаривания выводов экспертной комиссии при обжаловании решения лицензирующего органа об отказе в предоставлении лицензии. Такое право имеет большое значение при административном обжаловании решения лицензирующего органа, поскольку является, пожалуй, самым эффективным способом доказать необоснованность такого отказа. Согласно п. 4 статьи 9 Закона «Соискатель лицензии имеет право обжаловать в порядке, установленном законодательством Российской Федерации, отказ лицензирующего органа в предоставлении лицензии или его бездействие». Вместе с тем, ни порядок такого обжалования, ни возможность назначения на этой стадии независимой экспертизы, действующими Положениями о лицензировании конкретных видов деятельности в сфере защиты информации и соответствующими Административными регламентами не предусматриваются. Думается, что в данном случае мы сталкиваемся с явным пробелом в праве, который должен быть устранен в целях воспрепятствования возможности монопольного контролирования лицензирующими органами рынка услуг в сфере защиты информации.

Необходимость проведения независимой экспертизы может возникнуть у соискателя лицензии или лицензиата при оспаривании действий или бездействия лицензирующего органа, нарушающего права и законные интересы заинтересованной стороны. Представляется разумным, чтобы в этом случае оспаривающий субъект имел право требовать проведения независимой экспертизы. Но следует отметить, что до настоящего времени вопросы, связанные с проведением независимой экспертизы ни в Законе о лицензировании, ни в Законе «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля» [8] не нашли юридического закрепления. К тому же анализ положений о лицензировании конкретных видов деятельности в сфере защиты информации, принятых на основе Закона о лицензировании, показывает, что в них также не поднимаются вопросы о проведении независимой экспертизы. Также нет упоминания о порядке ее проведения и оплаты в соответствующих разделах Административных регламентов.

Вместе с тем, защита прав предпринимателей предполагает подробное регулирование вопроса проведения экспертизы, как предлицензионной, так и назначаемой при обжаловании в административном порядке соискателем лицензии отказа лицензирующего органа в ее выдаче. Следовательно, представляется необходимым с этой целью принять единый нормативный правовой акт, касающийся общих для всех лицензируемых видов деятельности вопросов проведения экспертизы. К таковым, в частности, следует отнести:

- порядок и сроки проведения экспертизы;
- состав экспертной комиссии, предусмотрев запрет на включение в его состав лиц, которые могут быть прямо или косвенно заинтересованы в деятельности соискателя лицензии;
- порядок принятия и юридическая сила решения экспертной комиссии;
- установление предельного размера оплаты за проведение экспертизы (при этом следует исходить из реальных затрат на её проведение);
- возможность приостановления производства по делу или увеличения сроков такого производства на время проведения экспертизы;
- некоторые другие вопросы общего характера.

Кроме принятия такого нормативно-правового акта в соответствующие Административные регламенты требуется включить вопросы порядка проведения экспертизы, связанного со спецификой конкретного вида деятельности в сфере защиты информации.

В целях оптимизации процедуры лицензирования в сфере защиты информации и недопущения произвола должностных лиц лицензирующих органов автором предлагается в Положение о лицензировании деятельности по технической защите конфиденциальной информации, утвержденное постановлением Правительства РФ №504 от 15 августа 2006 г., включить раздел,

определяющий условия проведения независимой экспертизы при оспаривании действий лицензирующего органа, порядок проведения такой экспертизы и её оплаты. Аналогичными разделами должны быть дополнены все Положения о лицензировании конкретных видов деятельности в сфере защиты информации.

Кроме того, возможность приостановления производства по делу на время проведения назначенной судом экспертизы, как при рассмотрении дела, так и на стадии пересмотра, по нашему мнению, должна быть предусмотрена Кодексом об административных правонарушениях. Данные изменения в законодательстве будут способствовать укреплению законности в сфере защиты информации, предупреждению коррупционных правонарушений, снижению вероятности обжалования действий и решений должностных лиц уполномоченных органов исполнительной власти.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации от 9 сентября 2000 г. №ПР–1895.
2. СЗ РФ, 2001, №33 (часть 1), Ст. 3430; СЗ РФ, 2011, №1, Ст. 54.
3. СЗ РФ, 2006, №6, Ст. 700; СЗ РФ, 2010, №51 (3 ч.), Ст. 6943.
4. Положение о лицензировании деятельности по технической защите конфиденциальной информации, утвержденное постановлением Правительства РФ №504 от 15 августа 2006 г. (ред. от 24.09.2010) – СЗ РФ, 2006, №34, Ст. 3691; СЗ РФ, 2010, №40, Ст. 5076.
5. См. п.п. 33-38 Административного регламента Федеральной службы безопасности Российской Федерации по исполнению государственной функции по лицензированию деятельности предприятий, учреждений и организаций по проведению работ, связанных с использованием сведений, составляющих государственную тайну, созданием средств защиты информации, а также с осуществлением мероприятий и (или) оказанием услуг по защите государственной тайны». (Зарегистрировано в Минюсте РФ 06.04.2009 №13686), утвержденный Приказом ФСБ РФ №75 от 27 февраля 2009 г. БНА ФОИВ, 2009. – №20.
6. См. п. 37 Административного регламента Федеральной службы безопасности Российской Федерации по исполнению государственной функции по лицензированию разработки, производства шифровальных (криптографических) средств, защищенных с использованием шифровальных (криптографических) средств информационных и телекоммуникационных систем. (Зарегистрировано в Минюсте РФ 05.08.2009 №14473), утвержденный Приказом ФСБ РФ от 24.06.2009 №286 (ред. от 12.04.10). – БНА ФОИВ, 2009. №38; БНА ФОИВ, 2010. №24.
7. СЗ РФ, 2008, №52 (часть 1), Ст. 6228.
8. СЗ РФ, 2008, №52 (часть 1), Ст. 6249; СЗ РФ, 2009, №18 (часть 1), Ст. 2140.



ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИНАНСОВО-КРЕДИТНОЙ СФЕРЫ И БИЗНЕСА

Гейда А. С., Лысенко И. В., Силла Е.П.

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
**ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА, ПОТЕНЦИАЛА, ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА ПРИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Введение

При решении ряда актуальных задач социально-экономического развития [5] требуется оценить качество развиваемых социально-экономических систем с учетом операционного аспекта оцениваемого качества. При этом, под операционным аспектом качества социально-экономических систем (СЭС) понимается то, как, за счет реализации каких мероприятий, за счет каких отношений меняется качество СЭС и процессов их функционирования.

Например, как за счет мероприятий государственных целевых программ модернизации промышленной базы поменяются прогнозные значения качества функционирования экономики регионов или отраслей в будущем.

Для отражения этой, операционной особенности качества, целесообразно использовать свойство СЭС, характеризующее ее приспособленность к достижению СЭС целей функционирования. Это свойство получило название потенциала системы.

Для оценивания потенциала используются векторные и скалярные показатели потенциала СЭС. Оценивание потенциала социально-экономических систем, к которым принадлежат регионы и отрасли экономики, другие организации и их совокупности является ядром решения задач социально-экономического развития.

Понятие потенциала социально-экономической системы вводится ниже, устанавливаются его связи с качеством системы, эффективностью ее функционирования, риском при функционировании, вводятся показатели оценивания потенциала и устанавливаются связи предложенных показателей потенциала с существующими аналогами.

2. Потенциал системы, как ее комплексное операционное свойство

В соответствии со стандартами серии ISO 9000 *качество* – это совокупность характеристик объекта, относящихся к его способности удовлетворять установленные и предполагаемые потребности. Особая роль качества при исследовании социально-экономического развития выражается в том, что социально-экономическое развитие ведет к преобразованию качества систем, качества их состояний, качества процессов функционирования систем в результате социально-экономического развития. Тем самым, оказывается необходимым учитывать операционный аспект качества, а именно – оценивать то, как осуществляется получение требуемых результатов (требуемого качества) за счет использования систем, качество которых (качество их состояний, качество процессов их функционирования) исследуются.

Определение качества объекта, в соответствии со стандартом, связывается с потребностями субъектов, использующих этот объект для достижения своих целей. При решении задач социально-экономического развития используемые обществом (для достижения тех или иных целей) объекты представляют собой, как правило, социально-экономические и организационно-технические системы [8], функционирующие для достижения целей субъектов. В процессе функционирования такие системы преобразуют свои ресурсы, характеризующиеся известным качеством, в результаты, создающиеся в процессе функционирования систем для достижения заданных целей и обладающие некоторым (новым) качеством, необходимым субъекту.

Авторы науки о качестве (квалиметрии) отмечают, что операционный аспект формирования качества должен изучаться, но еще не нашел соответствующего отражения в методах и моделях исследования качества. Для изучения *операционного аспекта качества* необходимо исследовать способы преобразования ресурсов в результаты при функционировании систем. Качество процесса функционирования системы традиционно связывают с эффективностью функционирования системы [8], то есть свойством целенаправленного процесса функционирования системы, характеризующим его приспособленность к достижению заданной цели.

Качество системы, в соответствии с определением качества объекта в стандартах ISO и определением качества процесса функционирования системы, целесообразно оценивать с использованием комплексного операционного свойства системы – ее потенциала.

Потенциал системы – свойство системы, характеризующее приспособленность этой системы к достижению возможных целей при ее функционировании.

Применение введенных понятий должно замкнуть концептуальную схему оценивания качества объектов – с помощью фиксации операционного аспекта получения целевого результата за счет затрат существующих ресурсов, с использованием понятий о качестве ресурсов, качестве результатов, об эффективности функционирования для достижения заданной цели, о возможных целях, которые могут быть поставлены перед системой, о потенциале этой системы.

2. Связь потенциала системы, эффективности ее функционирования, риска при ее функционировании

Эффективность функционирования системы [8] – свойство целенаправленного процесса функционирования системы, характеризующее его приспособленность к достижению заданной цели. Оценивание эффективности возможно лишь в случае, если (единственная) цель задана. Потенциал системы характеризует процессы функционирования заданной системы для достижения всех возможных целей. Оценивание потенциала возможно, если задана система.

Качество системы проявляется через состояния системы в те или иные моменты времени. Состояние системы – совокупность значений показателей свойств системы в заданный момент времени при ее функционировании [8]. Эти состояния могут быть как благоприятными так и неблагоприятными, возникающими в результате проявления рисков – возможностей возникновения неблагоприятных событий.

Потенциал системы и риски при ее функционировании исследуются на этапе решения задач совершенствования социально-экономических систем. Научно обоснованное решение таких задач, особенно с использованием современных информационных технологий (ИТ), требует построения концептуальных моделей таких задач [8,9] и их решения, увязывания в единый комплекс потенциала системы, эффективности процессов ее функционирования, состояний системы при функционировании и рисков при функционировании системы. Концепцию потенциала системы предлагается использовать для разработки комплексного показателя, позволяющего увязать характеристики системы, процессов ее функционирования, целей функционирования в единый (скалярный или векторный) показатель потенциала социально-экономических систем, учитывающий как особенности преобразования ресурсов в результаты, так и особенности целеполагания. С помощью понятия потенциала системы и родственного ему понятия эффективности функционирования системы удалось связать в единый комплекс возможность актуализации различных целей функционирования системы, эффективность функционирования системы для достижения каждой из возможных целей, действительные состояния этой системы и возможные (как благоприятные, так и неблагоприятные) состояния системы при функционировании и риски при функционировании системы.

С помощью комплекса этих понятий удалось перейти к концептуализации и последующему решению задач оценки социально-экономического развития, как задач исследования потенциала.

3. Принципы оценивания потенциала систем

Для концептуализации и последующего решения задач оценки социально-экономического развития, как задач исследования потенциала используются принципы (общие правила) оценивания потенциала. Они получены путем обобщения практического опыта постановки и решения задач исследования потенциала [2–6].

Принцип оценивания потенциальных состояний по их соответствию целям. Принцип состоит в том, что потенциальные состояния нужно оценивать с использованием меры соответствия потенциальных состояний целям.

Принцип прогнозирования при оценивании потенциала. Принцип состоит в том, что актуализация целей, цели, планирование деятельности при достижении этих целей, результаты этих действий – потенциальные состояния, достижение целей должны рассматриваться в будущем по отношению к заданному состоянию, в котором и оценивается потенциал.

Принцип первичности состояний системы при оценивании потенциала. Этот принцип состоит в том, что система может быть наблюдаема лишь через свое состояние (совокупность значений характеристик свойств) в некоторый момент времени. Свойства системы могут быть оценены лишь на основе исследования тех или иных характеристик, полученных в результате наблюдения или моделирования состояний.

Принцип формирования системы эффектов. Этот принцип состоит в том, что для выбора комплекса эффектов операции, которые исчерпывающе, но кратко описывали бы ее результаты, необходимо использовать формализованную классификацию множества возможных эффектов.

Принцип зависимости потенциала от состояния системы. Этот принцип состоит в том, что потенциал системы меняется при изменении состояния системы. Так, в момент актуализации той или иной цели система может находиться в разных состояниях. Более того, система и ее элементы всегда подвергаются воздействиям и используются для реализации действий. Моменты начала и окончания этих действий случайны. Поэтому и состояния, в которых может находиться система в

заданные моменты времени, случайны. Эти случайности и изменения состояний необходимо учитывать.

Принцип оценивания потенциала с использованием скалярного показателя потенциала. Этот принцип состоит в том, что для решения задач исследования потенциала необходимо использовать тот или иной скалярный показатель потенциала. Эта особенность связана с возможностью упорядочения альтернатив по соответствующему им значению скалярного показателя. Вектор потенциала представляет собой вектор, элементами которого являются пары: величина показателя эффективности достижения заданной цели и мера возможности актуализации заданной цели. Тем самым каждый компонент вектора потенциала характеризует возможное действие, начатое из заданного состояния для достижения той или иной возможной цели. В качестве скалярного показателя может выступать функция вектора потенциала, например, функция потенциала (то есть прогнозное значение меры возможности достижения комплекса целей) или гарантированное значение этой функции.

Принцип оценивания риска с использованием специального показателя.

Этот принцип состоит в том, что оценивание риска необходимо осуществлять с использованием отдельного частного показателя в составе вектора потенциала. Этот показатель характеризует такое действие, которое приводит к наихудшему, в заданном смысле, результату, который может появляться при функционировании системы.

Как было указано, исследование потенциала социально-технических систем не может быть осуществлено без оценивания риска (возможностей неблагоприятных событий), поскольку в процессе функционирования системы, потенциал которой оценивается (а значит, оцениваются и потенциальные состояния и события, вызываемые переходом в эти состояния), возможны не только благоприятные, но также и неблагоприятные события.

4. Показатели потенциала системы

Обозначим:

G_j – j -я цель использования заданной системы из заданного множества G возможных целей использования этой системы $j \in \overline{1, J}$.

$\tilde{A}_j$ – событие, состоящее в актуализации цели $G_j \in G$;

% – символ случайности события;

$p_j \triangleq Poss(\tilde{A}_j)$ – мера возможности актуализации цели $G_j \in G$;

$W_j \triangleq Poss\left(I\left(\tilde{Y}_{jk} \leq Y_{jk}^o\right), k \in \overline{1, K}\right)$ – возможность достижения актуализированной цели при требованиях Y_{jk}^o к результатам достижения этой цели.

Тогда, в качестве векторного показателя потенциала системы используется:

$$\Psi_{<J>} \triangleq \left\langle (p_j, W_j), j \in \overline{1, J} \right\rangle.$$

В качестве скалярного показателя потенциала системы используется функция ψ потенциала системы – мера возможности успешного достижения любой из целей $G_i \in G$ с учетом возможности ее актуализации, $\psi \in [0, 1]$.

Так, например, если

$$\tilde{A} \triangleq \{\tilde{A}_j\}, j \in \overline{1, J}, Poss\left(\bigcup \tilde{A}_j\right) = 1, Poss\left(I \tilde{A}_j\right) = 0,$$

то скалярный показатель примет вид вероятностной смеси показателей эффективности:

$$\psi \triangleq \sum (p_j \cdot W_j), j \in \overline{1, J}.$$

Особенности определения векторов $\tilde{Y}_j = \langle \tilde{Y}_{jk}, k \in \overline{1, K} \rangle$, и требований к ним раскрываются при обосновании показателей эффективности и риска, используемых при оценивании потенциала.

5. Соотношение используемых показателей потенциала системы с основными аналогами

Аналогами предложенного свойства потенциала представляются понятия о Human Capability [12] (назовем его «человеческим потенциалом», используется ООН, ЕС), национальном потенциале [13] и «Capabilities» (США, НАТО), комплексной мощи государства [14] (Китай), оборонном

потенциале, эргодинамическом потенциале [1] (СССР, Россия). Рассмотрим эти аналоги и установим связи с предложенным свойством потенциала и показателями его измерения.

Human Capability («человеческий потенциал») определяется нобелевским лауреатом Амартья Сеном [12], как «качества людей, принципиально влияющие на их потенциальные состояния». Для каждой прикладной задачи исследования человеческого потенциала вводятся частные, статистические показатели, что отмечается в качестве недостатка самим автором.

National Power («национальный потенциал») определяется в [13], как «комплекс ресурсов, возможностей их преобразования в результаты и результатов». В настоящее время в качестве показателя используются различные статистические показатели национальной мощи. Близок по своему определению к показателям социально-экономического и военного потенциала, разработанным в СССР. Оценивается на основе статистической обработки данных. Авторы из RAND отмечают, что он не учитывает «мягкой» мощи (научной, культурной и моральной составляющих). Корпорации RAND правительством США поставлена задача разработки новых методик оценивания национальной мощи. Подлежит изменениям по концепции «перезагрузки» администрации Б. Обамы.

Комплексная мощь государства (КМГ) введена Хуан Шофеном [14], как «интегральное свойство, характеризующее экономический, политический, военный, научно-технический и другие потенциалы страны. Учитывает совокупность факторов, определяющих способность страны развиваться, сопротивляться трудностям, внешнему давлению, дезинтеграционным процессам, отстаивать свою систему ценностей».

Для решения задач исследования потенциала необходимо разработать концепты оценивания потенциала, принципы оценивания потенциала, а на их основе – концептуальные, а затем формализованные модели, позволяющие:

- во-первых, определить прогнозные значения эффектов функционирования оцениваемых систем в зависимости от мероприятий, реализуемых в соответствии с той или иной стратегией социально-экономического развития, включая неблагоприятные эффекты, используемые при оценивании рисков социально-экономического развития;

- во-вторых, определить требуемые (предельно допустимые) значения эффектов (включая неблагоприятные) в зависимости от особенностей актуализации целей.

Разработка таких моделей – сложный и ресурсоемкий процесс. Поэтому необходимо, где это возможно, использовать информационные технологии автоматизации построения моделей для исследования потенциала социально-экономических систем. С другой стороны, в ряде случаев целесообразно оценить потенциал приближенно, основываясь на имеющихся, как правило, ограниченных сведениях, обобщенных моделях и на обобщенных требованиях к результатам функционирования. В этом случае могут быть применены методы приближенного оценивания потенциала. Так, например, может быть применен метод оценивания потенциала на основе эргодинамической концепции. Так, эргодинамическая концепция [1] оценивания потенциала предлагает использовать энергетическое представление о потенциале, национальном богатстве. Социум рассматривается эргодинамикой как эргопреобразователь (ЭП), совершающий за счет подводимой энергии (в широком ее смысле) работу по преобразованию природного ресурса в конечные блага цивилизации, а также по воспроизводству ресурса. Авторы эргодинамического метода предлагают считать структурную энергию [1] потенциалом развития. Для отдельной страны структурная энергия в стоимостном выражении есть ее национальное богатство, или страновой капитал. При этом величина Π может быть названа потенциалом ЭП, определяющим возможность совершения работы. Эргодинамическая трактовка потенциала системы основана на законе сохранения энергии (в вероятностной постановке в терминах эффектов) и может быть условно описана, как «соблюдение требований целенаправленной эргодинамичности». Эти требования состоят в том, что в любой момент времени должна быть известна единственная цель деятельности и эта цель должна формулироваться в терминах эргодинамики. Различные концепции оценивания потенциала связаны друг с другом через целеполагание (процесс выбора целей). А именно, различные концепции оценивания потенциала оказываются связанными друг с другом и одновременно, отличаются друг от друга за счет того, что в используемое определение потенциала системы входит понятие о целях функционирования системы. Цели предполагаются заданными, но содержательно они могут быть любыми. В аналогичных предложенной концепциях оценивания потенциала цели могут интерпретироваться по-разному, а именно — могут быть сформулированы с использованием разных концепций целеполагания, могут представляться в различных формах. В результате, оказывается, что описанные выше представления о потенциале и аналогичных свойствах могут быть переданы с использованием понятия о потенциале системы, если цель функционирования будет приведена к виду, используемому в той или иной концепции оценивания потенциала. Так, эти цели упрощенно можно представить в виде (сильно упрощенных для определения их сути) формулировок:

1. В концепции всеобъемлющей национальной мощи, Китай [14]: «Цель – и принуждение и убеждение других действовать требуемым (для развития своей страны) образом».

2. В концепции Soft Power (концепция «перезагрузки», США) [16]: «Цель – убеждение других действовать требуемым (для развития своей страны) образом».
3. National Power (Консервативная концепция, США) [13]: Цель – принуждение других стран к требуемым (для развития своей страны) действиям.
4. Эргодинамика [1]: «Цель – требуемое (для развития своей страны) преобразование энергии».
5. Human capability [12]: «Цель – больше возможностей свободного выбора и реализации людьми (в той или иной стране) путей своего успешного развития».
6. *Требования к моделям для решения задач исследования потенциала систем*

Полученные результаты позволяют перейти к разработке моделей для решения задач количественного исследования потенциала социально-экономических систем в условиях риска, а затем и к разработке информационно-аналитического обеспечения решения этих задач.

Модели создаются для получения соотношений, позволяющих рассчитывать значения показателей потенциала при функционировании социально-экономических систем в зависимости от переменных соответствующей задачи. Создание таких моделей требует построения соотношений для расчета показателей по имеющимся сведениям. Кроме того, как правило, требуются модели для генерирования частей допустимых решений. Наконец, необходимо создать модели, позволяющие рассчитывать характеристики возможных сценариев актуализации целей.

При этом могут использоваться различные методы моделирования и математические теории. Тем не менее, все эти методы характеризуются общей особенностью – для их реализации необходимы сведения, записанные в формальном виде (возможно, в разных формах), позволяющие решать задачи оценивания потенциала. Часто таких сведений оказывается недостаточно, и, в результате, возникает необходимость концептуализации и формализации имеющихся у экспертов сведений. В результате, для успешного решения задач исследования потенциала важно разработать такие модели, которые позволяли бы, с использованием, имеющихся ресурсов, во-первых, обрабатывать и представлять в формализованном виде имеющиеся неформализованные сведения, а во-вторых, разрабатывать эффективные алгоритмы расчета значений показателей от переменных и алгоритмы генерирования допустимых решений. К числу таких моделей, в частности, относятся модели, основанные на теории графов. Рассмотрим основные требования к разрабатываемым моделям. Должна быть возможность описания задач исследования потенциала с использованием концептуальных графовых моделей. Концептуализацию задач оценивания потенциала целесообразно осуществлять с использованием интерактивных диаграммных средств, позволяющих представлять сущности задач исследования потенциала пользователем, не владеющим навыками программирования, в виде разнообразных графических фигур и связей между ними. К числу таких интерактивных средств относятся программные комплексы, оперирующие UML- подобными, организационными диаграммами, Workflow – диаграммами. Использование таких, диаграммных средств, диктуется удобством диаграммных средств по сравнению с другими средствами описания концептуальных моделей. Модели должны быть трансформируемыми (быть приспособленными к своей трансформации). Для построения необходимых для решения задач исследования потенциала моделей необходимо трансформировать строящиеся концептуальные графовые модели в другие, например, числовые модели. При этом, разрабатываемые концептуальные модели должны быть приспособлены к своей последовательной трансформации к требуемому (для решения задач) виду. Как правило, для решения задач исследования потенциала необходимы оптимизационные модели. Практика свидетельствует, что переход от концептуальных графовых моделей к числовым и оптимизационным моделям за счет выполнения единственной трансформации с моделями невозможен. Поэтому возникает необходимость выполнить комплекс трансформаций, в котором каждая последующая трансформация может использовать результаты предыдущих трансформаций.

Должна быть реализована систематизация трансформаций. Для упорядочения и упрощения разработки последовательных трансформаций моделей для решения задач исследования потенциала целесообразно систематизировать трансформации. Разделение трансформаций на типы позволяет перейти к описанию и дальнейшей формализации трансформаций каждого из типов с учетом особенностей трансформаций этого типа. Должна быть реализована возможность формализации и алгоритмизации концептуальных моделей, например – путем нанесения пометок графовых моделей. Один из простейших путей формализации концептуальных графовых моделей – назначение элементам концептуальных графовых моделей пометок в виде математических объектов. В простейшем случае такими формальными математическими объектами могут быть числа, формулы. Должна быть обеспечена возможность уточнения и алгоритмизации моделей на основе последовательного раскрытия состава элементов моделей, алгоритмизации расчетов характеристик элементов моделей. Так, концептуальные графовые модели могут уточняться путем представления их элементов (вершин и дуг) в виде других моделей и алгоритмов оперирования с этими моделями. Должна быть обеспечена возможность уточнения на основе раскрытия частей моделей (совокупностей элементов этих моделей), алгоритмизации расчетов характеристик частей моделей. Такое уточнение отличается от предыдущего тем, что в качестве усложняемых и алгоритмизируемых

моделей (как и в предыдущем случае, путем представления этих моделей в виде других, уточненных моделей) выступают не элементы исходной модели, а совокупности таких элементов и отношений между ними (частей моделей). Строящиеся модели должны обеспечивать формализацию концептуальных моделей с минимально возможной потерей сведений. А именно, концептуальные модели должны трансформироваться таким образом, чтобы при этом терялось как можно меньше сведений. Строящиеся модели должны, в конечном итоге, приводить к оптимизационным моделям решаемых задач, и затем – к их решению. Тем самым, возникает необходимость разработки математических моделей, приспособленных к своему получению из концептуальных моделей и позволяющих строить модели оптимизационные. Эти модели должны поддерживать последовательное усложнение, оперирование пометками, алгоритмизацию, порождение оптимизационных моделей, решение задач с использованием построенных оптимизационных моделей.

7. Требования к информационно-аналитическим технологиям для решения задач исследования потенциала систем

Рассмотрим существующие и ряд перспективных информационно-аналитических технологий автоматизации решения задач исследования качества, потенциала социально-экономических систем, эффективности и риска при их функционировании (ИТ КПЭР). ИТ КПЭР и родственные им технологии могут создаваться в информационных системах класса Business Intelligence (BI), Business Process Intelligence, Business Process Improvement (BPI), Business Process Management, Business Performance Management (BPM). Для ИТ КПЭР могут использоваться технологии, основывающиеся на автоматизации численного и символьного решения математических задач, интерактивного математического моделирования, технологии использования универсальных и доменно-ориентированных, объектно-ориентированных и других высокоуровневых языков программирования, технологии Data и Text Mining, методы оптимизации и исследования операций, средства описания предметной области на языках, позволяющих машинную обработку, средства имитационного моделирования, теоретико-графовые технологии, технологии, основанные на метамоделях, комбинированные технологии. Заметим, что в настоящее время системы класса BI, BPM, BPI активно разрабатываются ведущими производителями программного обеспечения (ПО). Так, элементы BI реализуется в офисном и другом популярном ПО Microsoft®. Разработаны BI, BPM, BPI решения с открытым исходным кодом. Задачи исследования потенциала должны решаться и при исследовании сетевых (Net-Centric) организаций поскольку эффективность достижения целей, потенциал организации, ее качество и качество ее функционирования – те свойства, ради улучшения которых в несетевую организацию вводится вычислительное и коммуникационное средство, придающее организации свойство сетевости. Следует отметить, что для создания сетевых организаций должны применяться технологии, являющиеся развитием BI, BPM, BPI в направлении оперирования прогнозируемыми значениями характеристик систем в реальном времени и в сопряжении с датчиками и исполнительными устройствами автоматики. Отличительной особенностью КПЭР является обоснованная выше необходимость использования комплекса трансформируемых моделей. В результате, для разработки ИТ КПЭР необходим этот комплекс моделей, методы их преобразования в вид, допускающий применение информационно-аналитических технологий, а затем, с использованием ИТ КПЭР необходимо получение из модели задачи модели решения, преобразования модели в требуемый на практике вид и, наконец, использования решения на практике. К элементам такого комплекса моделей относятся модели целей, актуализации целей функционирования систем, модели прогнозируемых состояний систем, модели эффектов их функционирования, модели событий, модели действий по достижению целей, модели показателей эффективности функционирования, риска при функционировании, потенциала систем, модели критериев, используемых при реализации ИТ КПЭР. Основные требования к ИТ КПЭР вытекают из необходимости оперирования указанными моделями с использованием имеющихся информационных технологий и с учетом ограниченности ресурсов. Так, для реализации ИТ КПЭР модели, входящие в модели задачи, а также и процесс моделирования необходимо унифицировать (унификация – от. лат. unus, один и facio, делаю; объединение – приведение к единообразию, к единой форме или системе). Тем самым должно стать возможным использовать единый метод построения, представления, преобразования, хранения, передачи и использования моделей при реализации ИТ КПЭР разными средствами. Пример реализации таких языков – унифицированные языки автоматизации моделирования программных комплексов (UML, SysML). Унифицированные модели должны быть интерактивными, допускать многомерную, по возможности, с использованием 3D-технологий, визуализацию и представление различных частей моделей в требуемом для пользователя виде, например, в виде частей связанных иерархических диаграмм, иерархических таблиц и связей между таблицами (аналогично представлениям, используемым в OLAP-технологиях), унифицированных иерархических многомерных графиков. Построение унифицированных моделей должно поддерживаться различными инструментальными средствами автоматизированного моделирования. В числе инструментальных программных средств, использование которых может позволить реализовать ИТ КПЭР следует назвать программные

средства класса: DSL (Domain Specific Languages, доменно-ориентированные языки); Средства класса MDA (Model Driven Architecture, модельно-ориентированная архитектура); Средства класса каркасов инструментальных средств, например, Microsoft VSX (Visual Studio eXtensibility), Eclipse Modeling (EMF, TMF, GMF); Средства генерации кода на основе диаграмм; средства «языко-ориентированного» решения вычислительных задач, например, JetBrains MPS (Meta Programming System); Инструментальные программные средства – редакторы UML и его модификаций (SysML и др.). ИТ КПЭР должны обеспечивать многопользовательскую коллективную работу в вычислительной сети, интегрироваться с типовыми офисными программными продуктами для совместного использования в процессах документооборота и других бизнес-процессах. ИТ КПЭР должны обеспечивать распределенное хранение, передачу, преобразование и использование получаемых унифицированных моделей. Исходные данные для реализации ИТ КПЭР и получаемые результирующие сведения должны передаваться по стандартным протоколам с использованием стандартных форматов передачи сведений (например, с использованием XMI, XML). Результаты использования ИТ КПЭР (планы, графики, диаграммы) должны храниться и передаваться с использованием распространенных стандартов и унифицированных форматов представления сведений, например, с использованием REA (Resource, Event, Agent) – диаграмм, Workflow – диаграмм, диаграмм ARIS (EPC chains), BPM – диаграмм. Полученные в процессе реализации ИТ КПЭР результаты и (возможно, промежуточные) унифицированные модели должны сохраняться для последующего совместного использования пользователями ИТ КПЭР.

Заключение

В статье рассмотрены основные элементы концептуальной модели решения задач исследования потенциала систем. Так, определено понятие потенциала системы, рассмотрены его связи с понятиями о качестве системы, эффективности функционирования системы, риска при функционировании системы, целями, поставленными перед функционированием системы, состояниями системы, благоприятными и неблагоприятными событиями при функционировании системы. Для успешного применения комплекса указанных понятий при решении рассматриваемых задач предложены принципы исследования потенциала систем, рассмотрены показатели потенциала систем. Кроме того, рассмотрены связи предложенных показателей с имеющимися аналогами, раскрыты их особенности и общность. Для решения рассматриваемых задач необходимы модели для их решения и соответствующие информационно-аналитические технологии. В докладе обоснованы требования к используемым при решении задач моделям и к информационно-аналитическим технологиям решения задач. Эти элементы решений задач исследования потенциала планируется осветить в последующих публикациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бушуев В.В., Голубев В.С., Коробейников А.А., Тарко А.М. Национальное богатство и качество жизни: мир и Россия. Энергетическая политика. Институт глобальных проблем энергоэффективности и экологии. М., 2010.
2. Гейда А.С., Лысенко И.В. Задачи исследования потенциала социально-экономических систем // Труды СПИИРАН. 2009. Вып. 10. СПб.: Наука, 2009. С. 63–84.
3. Гейда А.С. Оценивание эффектов функционирования организационно-технических систем: концепция автоматизации // Труды СПИИРАН. 2009. Вып. 11. СПб.: Наука, 2009. С. 63–80.
4. Гейда А.С., Лысенко И.В. Базовые модели оценки системных рисков на примере показателей финансово-кредитной сферы // Роль ключевых национальных показателей в оценке стратегий развития: коллективная монография / [Е.И. Иванова и др.]; [отв. ред. Е.И. Иванова] Гос. науч. учреждение «Гос. науч.-исслед. ин-т систем. анализа Счетной палаты Российской Федерации». – М.: Воентехиниздат, 2010. – 216 с. ISBN 978-5-9574-0038-7. С. 89–108.
5. Гейда А.С., Лысенко И.В., Нехорошкин Н.И., Трёмасов А.Д. Оценивание социально-экономических потенциалов для аудита отраслевых и региональных стратегий развития // Государственный аудит. Право. Экономика. М.: Государственный НИИ системного анализа Счетной Палаты РФ. № 5, 2010.
6. Гейда А.С. Метод сквозного использования универсальных языков моделирования в задачах стратегического аудита проектов. В книге: Новое в государственном управлении. Вып. 2. Методы и модели информационно-аналитического обеспечения системного аудита использования национальных ресурсов и управления по результатам // Под ред. А.А. Пискунова. – Ростов-на-Дону: ЮРИФКА, 2007. С. 98–116.
7. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации на период до 2020 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 ноября 2008 г. № 1662-р. М.: 2008 г.
8. Лысенко И.В. Анализ и синтез сложных технических систем. Часть 1. Анализ и синтез систем обеспечения готовности ракет-носителей и космических аппаратов к запуску (основы теории). М.: Воениздат. 1995. 368 С.
9. Петухов Г.Б. Основы теории эффективности целенаправленных процессов. Методология, методы, модели. М: МО СССР, 1989. 606 С.
10. Пригожин А.И. Социология организаций. М.: Наука, 1980.
11. Субетто А.И. Качество – это достоинство. Качество как символ синтетического мышления и управления развитием общества // Стандарты и качество. 1993. №9. С.24–30.
12. Kuklys, Wiebke. Amartya Sen's Capability Approach: Theoretical Insights and Empirical Applications. Springer, Berlin. 2005.
13. Treverton, G., Jones S. Measuring national power. RAND Corp. 2005.
14. Huang Suofeng. New Theory on CNP: CNP of China, Beijing, China, 1999.
15. SocialSciences Press. (Chinese Academy of Social Sciences Press, 1992).
16. John Podesta. The Power of Progress: How America's Progressives Can (Once Again) Save Our Economy, Our Climate, and Our Country. Crown; 2008.

Гейда А. С., Лысенко И. В., Юсупова О.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСШИРЕННЫХ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ
ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА, ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА ПРИ
ФУНКЦИОНИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Введение

Решение задач исследования потенциала социально-экономических систем, эффективности и риска при их функционировании (КПЭР) [2] требует построения комплекса моделей социально-экономической системы, в том числе моделей её функционирования и моделей целей функционирования социально-экономической системы. Построение и использование комплекса таких моделей и последующее решение задач КПЭР на основе использования построенного комплекса моделей – трудоемкий процесс, требующий обработки значительного количества сведений. Поэтому решение задач КПЭР целесообразно автоматизировать. Для автоматизации решения задач КПЭР необходимо разработать информационные технологии решения задач КПЭР (ИТ КПЭР). В качестве основы для разработки ИТ КПЭР в статье предложено использовать расширение теоретико-графовых моделей на основе эшграфов и алгоритмы с их использованием. Выполнен анализ информационных технологий – аналогов, пригодных для своего использования в качестве ИТ КПЭР. Обоснованы основные требования к перспективным ИТ КПЭР, выполнен анализ существующих технологий, в том числе основанных на теории графов, для использования в качестве ИТ КПЭР. Для реализации ИТ КПЭР предложено использовать эшграфы, представляющие собой расширение теории графов на ступени множеств (по Н. Бурбаки), построенных над заданными базисными множествами.

1. Особенности задач КПЭР

Рассмотрим те основные особенности задач КПЭР, которые определяют выбор ИТ решения задач КПЭР. Так, качество процесса функционирования системы оценивается с использованием показателей эффективности целенаправленного процесса функционирования системы [9]. Качество системы целесообразно оценивать с использованием комплексного свойства системы, характеризующего приспособленность этой системы к достижению возможных целей при функционировании (потенциала системы) [2]. Как потенциал системы, так и эффективность ее функционирования для достижения заданной цели оцениваются с использованием прогнозных (описывающих будущее) моделей эффектов функционирования – существенных результатов функционирования системы. При этом интегрально учитываются как возможности благоприятных, так и возможности неблагоприятных событий. Риск при функционировании системы также оценивается с использованием прогнозных моделей эффектов функционирования, но при оценивании риска преимущественно оцениваются возможности неблагоприятных событий, причем, при исследовании риска исследователя интересуют наиболее неблагоприятные возможности. Тем самым, решение задач КПЭР опирается, во-первых, на алгоритмы расчета значений характеристик эффектов функционирования социально-экономических систем (СЭС). Эти алгоритмы используют прогнозные модели функционирования СЭС в различных условиях. Во-вторых, решение задач КПЭР опирается на прогнозные модели изменения целей функционирования СЭС. Цели СЭС описываются с использованием числовых характеристик прогнозных значений требуемых эффектов функционирования СЭС. Тем самым, ядро решения задач КПЭР – алгоритмы расчета прогнозных значений эффектов (требуемых и реализуемых). Эти алгоритмы реализуются с использованием прогнозных моделей функционирования СЭС в различных условиях – комплекса моделей социально-экономической системы, моделей ее функционирования, моделей целей функционирования социально-экономической системы.

Построение комплекса таких моделей, решение задач КПЭР на основе алгоритмов расчета характеристик эффектов с использованием элементов построенного комплекса моделей – трудоемкий процесс, требующий обработки значительного количества сведений об ингредиентах СЭС, их функционировании в различных условиях. Такие сведения собираются и обрабатываются с использованием различных информационных систем. Поэтому решение задач КПЭР целесообразно автоматизировать. Для автоматизации решения задач КПЭР необходимо разработать информационные технологии решения таких задач (ИТКПЭР).

2. Перспективность расширения предмета теории графов для реализации ИТ КПЭР

Теория графов [7] широко используется при решении задач исследования деятельности [6,5]. Ее популярность обусловлена своеобразной «дуальностью» графов, а именно тем, что, с одной стороны, графы – абстрактные математические объекты, основывающиеся на теории множеств и на оперировании отношениями на множествах, причем множеств и отношений достаточно произвольного вида. С другой стороны, графы представляют собой удобный визуальный концептуальный инструмент, позволяющий визуализировать, представлять сведения разной природы, описывать задачи, связанные с обработкой этих сведений в удобном для понимания виде. В первом качестве графы близки к абстрактным математическим теориям, пытающимся формализовать целые разделы математики, таким, как «теория множеств» Бурбаки. Во втором качестве они близки к средствам, используемым в

познавательной и коммуникативной технологии диаграммирования, основывающейся на диаграммах [22] произвольного вида, широко используемым как при формализации, так и в процессе решения задач, коммуникации при организации деятельности, в повседневной жизни. В результате, с использованием теории графов оказывается проще формализовать разнообразные практические задачи, а затем формализовать и сам процесс решения этих задач, например, в виде алгоритмов, реализуемых с использованием графов [7,19]. По той же причине графы оказываются удобным инструментом решения задач в технологиях оперирования знаниями, в ряде сложных информационных систем (ИС), таких, как ИС обработки данных, ИС автоматизированного проектирования, ИС управления бизнес-процессами, ИС исследования эффективности организаций.

Однако графов и гиперграфов часто оказывается недостаточно для автоматизации решения задач исследования потенциала систем. А именно, для таких задач характерна необходимость оперирования комплексами используемых моделей. Так, при построении моделей оказывается необходимым строить модели по частям. Например, совокупность выполняемых мероприятий обычно задается в виде списка, поэтому создаваемую модель мероприятий удобно задать в виде, похожем на список мероприятий (например, в виде графика Ганта). Однако, кроме списка мероприятий известны последовательности неблагоприятных событий, которые могут произойти при реализации мероприятий. Их удобнее описывать с использованием другой модели (например, с использованием деревьев событий). Для решения задач эти модели должны затем быть комплексированы, то есть модели – части должны объединяться в модель-комплекс. Кроме того, при использовании уже построенных комплексов моделей возникает необходимость их преобразования в другие комплексы моделей, такие, что они позволяли бы затем решать задачи КПЭР (например, с использованием теоретико-графовых алгоритмов на комплексах моделей). Наконец, теоретико-графовые модели могут помечаться (ассоциироваться с) другими графами или элементами других, не теоретико-графовых моделей, что позволяет получать необходимые для решения задач результаты. Например, в качестве таких пометок могут выступать таблицы, функции, числа. Такие элементы не всегда описываются теорией графов, хотя, как правило, формализуются с использованием теории множеств. В результате, с использованием лишь традиционной теории графов реализовать ИТ КПЭР оказывается затруднительным. Поэтому возникает отмечаемая и другими исследователями необходимость расширения предмета теории графов [8]. В частности, такая необходимость характерна для задач связанных с исследованием сложных видов деятельности – анализа и проектирования бизнес-процессов, исследования эффективности деятельности, потенциала социально-экономических систем [5,2], исследования риска при реализации деятельности [6,3]. Имеется ряд научных разработок [8,11–19], расширяющих теорию графов, в том числе для использования в указанных областях. Они будут рассмотрены ниже при сравнении с предлагаемым, новым расширением теории графов с использованием вводимого понятия эшграфов.

Необходимость такого расширения вызывается комплексом причин, причем ядро этого комплекса причин имеет системологический характер. А именно, сложность, разнообразие и значительный объем рассматриваемых при исследовании деятельности отношений, ингредиентов этих отношений и их характеристик, их зависимость от различных условий и друг от друга, от субъектов, реализующих деятельность ведут к необходимости рассмотрения ингредиентов, отношений и их характеристик по частям. Как правило, для таких частей требуемые характеристики либо оказываются известными, либо их можно рассчитать с использованием имеющихся сведений. Если они неизвестны, то комплексы делятся на составляющие их части – и так до тех пор, пока характеристики не станут известны, что, как правило, и происходит, поскольку люди предпочитают не использовать в своей деятельности ингредиенты, об использовании которых нет достаточных сведений. Так, например, использование элементов описывается в эксплуатационной документации, в специальной литературе, в методиках применения этих ингредиентов, в том числе — в неопубликованных методиках или методиках, передаваемых устно. Тем самым, сведения о применении ингредиентов имеются, но могут быть записаны в неформализованном виде. Выполнив, если необходимо, требуемую формализацию сведений, необходимо комплексировать рассмотренные элементы отношений и их характеристик с учетом различных возможностей и условий, для получения характеристик комплексов рассмотренных частей. Этот процесс продолжается до тех пор, пока не будет оценена деятельность в целом. Для того, чтобы автоматизировать исследование деятельности необходимо формализовать ее с учетом указанных выше особенностей. При этом могут быть использованы различные теории, но теория графов и ее приложения (ТГ) обладают рядом преимуществ. А именно, использование ТГ должно позволить использовать имеющийся «дуализм» ТГ для решения новых задач и упрощения (интуитивизации) существующих задач. При этом представляется важным такое расширение понятия графа, которое было бы направлено на использование в приложениях, в частности – в ИТ КПЭР. В таком качестве предлагаются эшграфы, позволяющие определить расширение понятия «граф» с использованием шкал множеств по Н. Бурбаки.

3. Эшграфы: определение и основные особенности

Центральным понятием предлагаемого расширения ТГ представляется понятие эшграфа. Название «эшграф» образовано от оригинального франкоязычного термина «echelon», данного группой

французских математиков под псевдонимом Н. Бурбаки ступени множеств – *echelon de shema* S sur les ensembles de base – ступень над базисными множествами, построенная по схеме S , или ступень схемы S над базисными множествами.

Для определения понятия эшграфа необходим ряд определений, введенных в [10]:

Индексом будем называть строку вида $||| \dots |$ (n палочек), для краткости всюду заменяемую соответствующим натуральным числом n . Числа, изображающие индексы, не имеют отношения к натуральным числам и являются всего лишь сокращающими знаками для строк из соответствующего числа вертикальных палочек. Для определения индекса (в отличие от определения натурального числа) не требуется никакой теории [10], что позволяет использовать их в схемах конструкций ступеней (и в именах индексированных переменных, например x_2, d_4) ещё прежде разговора о любой теории.

Схемой конструкции ступени [10] будем называть выражение, определяемое следующим образом:

1. Индекс есть схема конструкции ступени.

2. Если S – схема конструкции ступени, то $P(S)$ – схема конструкции ступени, где $P(S)$ – множество всех подмножеств S .

3. Если S и S' – схемы конструкции ступени, то $(S \times S')$ – схема конструкции ступени;

4. Других схем конструкции ступени не существует.

Иногда вместо «схема конструкции ступени» говорят просто «схема», если из контекста ясно, что речь идёт о схеме конструкции ступени. Если S – схема, а n – максимальный индекс, использованный при её построении, то S называется схемой конструкции ступени над n множествами.

Так, например, (1×2) , $P(P(2))$ и $P(1 \times P(2))$ – схемы над двумя множествами; $P(3 \times 5)$ – схема над пятью множествами.

Пусть дана схема S над n множествами и не менее чем n переменных $\xi_1, \dots, \xi_{n'}$, $n' \geq n$. Тогда терм, полученный заменой индексов в схеме S на буквы $\xi_1, \dots, \xi_{n'}$ с соответствующими индексами, мы будем называть ступенью, построенной по схеме S над множествами $\xi_1, \dots, \xi_{n'}$ и обозначать как $S[\xi_1, \dots, \xi_{n'}]$ [10].

Например, если S – схема $P(1 \times P(2))$, то $S[x_1, x_2] = P(x_1 \times P(x_2))$.

Шкалой Z над множествами $x_1, \dots, x_n$ [10] называется совокупность всех ступеней, которые можно построить по какой-либо схеме над множествами $x_1, \dots, x_n$. Иначе говоря, шкала $Z(x_1, \dots, x_n)$ – это совокупность всех множеств, которые можно построить из исходных множеств при помощи операций декартова произведения и множества-степени. Шкала сама является множеством (причём счётным), т. к. все её элементы можно перечислить при помощи рекурсии.

Наглядную иллюстрацию для понятий шкалы и ступеней дают так называемые М-графы [10]. М-граф представляет собой геометрическую фигуру, состоящую из вершин, соединённых дугами (рёбрами), причём для каждой дуги задано направление, пара вершин может быть соединена одной или более чем одной дугой, и если последнее имеет место, то дуги нумеруются. Построим граф по следующему алгоритму: изобразим множества $x_1, \dots, x_k$ в виде вершин; если V_j – вершина, соответствующая ступени j , то для ступени $P(j)$ достроим новую вершину графа, соединяя её дугой с вершиной V_j ; если V_i, V_k – вершины, соответствующие ступеням i, k (возможно, какие-то из них – совпадающие), то для ступени $i \times k$ достроим новую вершину М-графа, соединяя её нумерованными дугами с вершинами V_i, V_k , причём номер каждой дуги соответствует позиции в декартовом произведении.

Введенные понятия позволяют достаточно просто перейти к определению понятия эшграфа.

Эшграф E на базисных множествах $\xi_1, \dots, \xi_n$ – пара $(\xi_1, \dots, \xi_n; A \subseteq \mathbf{A})$, где $\mathbf{A}$ – множество ступеней, построенных по каким-либо схемам конструкции ступеней из заданного множества $\{S_h[\xi_1, \dots, \xi_n], h \in \overline{1, H}, n \in \overline{1, N}\}$ конструкций ступеней на базисных множествах $\xi_1, \dots, \xi_n, n \in \overline{1, N}$,

$A \subseteq Z(\xi_1, \dots, \xi_n)$, $Z(\xi_1, \dots, \xi_n)$ – шкала (совокупность всех ступеней A , которые могут быть построены над $\xi_1, \dots, \xi_n$ по всем возможным схемам конструкции ступеней).

Множество $\{S_h[\xi_1, \dots, \xi_n], h \in \overline{1, H}, n \in \overline{1, N}\}$ конструкций ступеней удобно задавать в виде М-графа.

Заметим, что множество $A \subseteq \mathbf{A}$ может не обладать типизированной структурой, как множества, построенные по какой-либо одной заданной схеме $S_h[\xi_1, \dots, \xi_n]$. Например, множеству $A \subseteq \mathbf{A}$ могут принадлежать пары элементов, тройки элементов, пары троек, множества троек элементов. При этом не делается каких – либо предположений о последовательности действий, порождающих $A \subseteq \mathbf{A}$ и требуемых для этого элементов каких-либо множеств.

Назовем эшграф $\mathbf{E}$ нормализованным, если множества $a_h \subseteq S_h[\xi_1, \dots, \xi_n]$, ассоциированные с каждой из вершин $V_h \in V$ М-графа $M(\mathbf{E}) = (V, D \subseteq V \times V)$ эшграфа $\mathbf{E}$ содержат все элементы, необходимые для построения остальных множеств, ассоциированных с другими вершинами $M(\mathbf{E})$. Множества $a_h \subseteq S_h[\xi_1, \dots, \xi_n]$, ассоциированные с вершинами $V_h \in V$ М-графа $M(\mathbf{E})$ типизированы $S_h[\xi_1, \dots, \xi_n]$ по своему определению и содержат все элементы, необходимые для построения остальных множеств эшграфа $\mathbf{E}$.

М-граф представляет собой мета-модель Эшграфа. При этом важным представляется то, что М-граф также представляет собой Эшграф. С использованием введенных понятий возможно определить алгоритмы, в которых для выполнения действий, направленных на достижение требуемого результата используются элементы и части эшграфов (далее – алгоритмы на эшграфах). А именно, алгоритм на эшграфе должен реализовываться согласованно с М-графом эшграфа. Например, обход эшграфа должен вызывать и обход М-графа этого эшграфа. Поэтому обход эшграфа может быть представлен, как обход М-графа этого эшграфа, такой, что при посещении каждой из вершины М-графа выполняется обход ассоциированных с этой вершиной элементов множества заданной структуры. Поскольку М-граф имеет более простую структуру, чем эшграф и представляет собой ациклический связный орграф (сеть), то такой обход существует. Эшграф состоит из элементов (иерархических или ординарных дуг и вершин) и частей эшграфа (совокупностей связанных дугами иерархических или ординарных дуг и вершин). В тривиальном случае, если мощность совокупности элементов, входящих в часть эшграфа равна единице, часть совпадает с элементом эшграфа.

Часто при реализации алгоритмов на графах для решения рассматриваемых задач используются операции с пометками (например, числовыми) графов. Пометки элементов и частей эшграфов могут быть формально представлены, как отображение из множества элементов эшграфа во множество пометок. Пометки эшграфов могут иметь любой вид, в том числе – вид эшграфов. Эшграф обобщает значительное число теоретико-множественных понятий. Так, можно показать, что такие часто используемые пометки, как множества, состоящие из чисел, графов, строк, векторов, функций – элементы соответствующих эшграфов. Поэтому сужение видов пометок лишь до эшграфов в рассматриваемых прикладных задачах не должно оказаться существенным ограничением для решения этих задач. Тем не менее, если ограничить возможные пометки эшграфами, то, поскольку отображение, используемое для пометки эшграфа может быть в этом случае записано, как подмножество декартова произведения множеств элементов двух эшграфов, то эшграф, помеченный с использованием элементов другого эшграфа – тоже эшграф. Преобразования эшграфов (операции с частями эшграфов) могут быть формализованы, как подмножества декартова произведения множеств частей эшграфов – операндов и множеств частей – результатов. В результате, как и в случае с пометками, оказывается, что преобразования частей исходного эшграфа также представляют собой эшграф. При этом структура частей исходного эшграфа при выполнении разного рода операций, во-первых, может меняться, а во-вторых, такие изменения должны быть согласованы со структурой порожденного, получаемого в результате представления всех выполняемых операций, эшграфа. Поэтому каждая из частей (и операнды и результаты) индуцируют на М-графе некоторую его часть (возможно – элемент), представляющую собой М-граф части эшграфа. Ряд операций с эшграфом может менять структуру используемых в эшграфе множеств. Такие операции будем называть структурными операциями с эшграфом. Операции, не меняющие структуру множеств эшграфа (а меняющие только состав дуг и вершин, т.е. состав элементов эшграфа) будем называть субстратными операциями. Очевидно, что структурные операции должны быть согласованы с индуцируемыми ими (мета-) операциями на частях М-графа. Субстратные операции не меняют М-граф. Для оперирования эшграфами может быть задан язык оперирования, аналогично тому, как это сделано для ординарных графов [21] и для некоторых иерархических графов [15], в теории графовых грамматик и языках на графах [19]. Расчет характеристик с использованием эшграфов реализуется на основе функций, заданных на частях эшграфов. В соответствии с определением эшграфа и функции, такие функции могут быть формализованы, как эшграфы. Подробное рассмотрение комплекса операций с частями Эшграфов, их отражение на М-графах и визуализация, свойства операций с частями эшграфов должны стать предметом дальнейших исследований.

4. Примеры использования эшграфов и их М-графов

На схеме ниже (Рис 1) показан пример визуализации фрагмента эшграфа, используемого для расчета эффектов комплекса работ проекта. Он строится на основе сети работ (показана в верхней части рисунка). Каждой работе соответствует бинарное дерево событий, ветви которого задают сценарии реализации работы – последовательности событий, которые могут произойти при реализации этой работы. На рисунке раскрыто дерево событий для четвертой работы, остальные деревья событий свернуты. С элементами эшграфа ассоциированы характеристики.

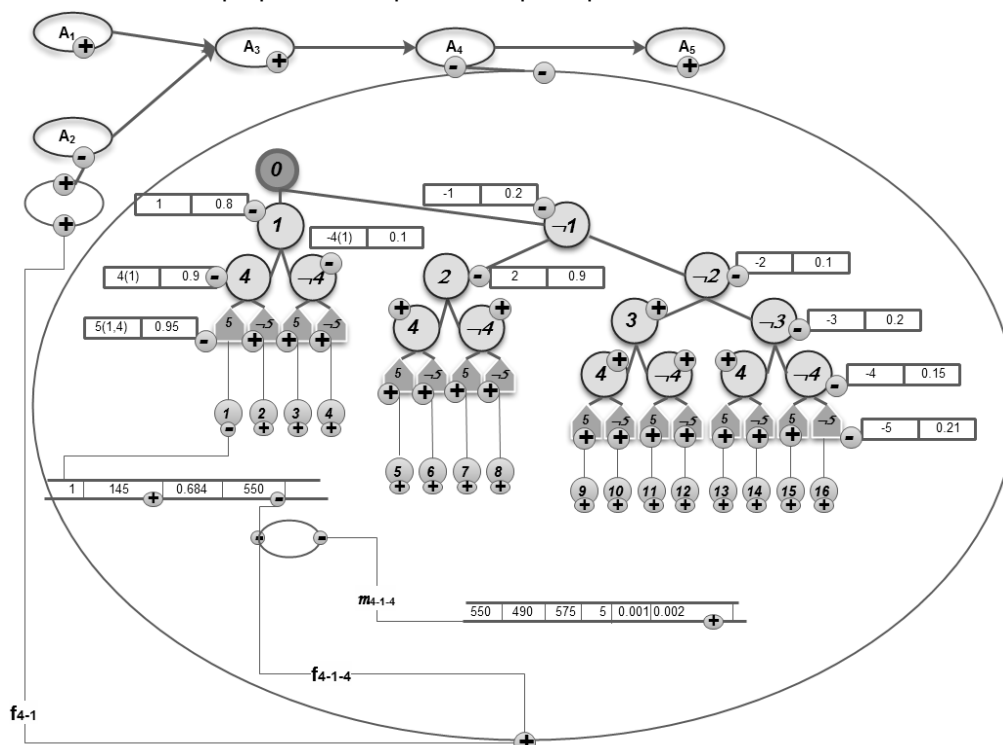


Рис 1. Пример диаграммного представления фрагмента эшграфа Esh_1 с грид-представлениями частей

Характеристики представляются с использованием *грид-представления* эшграфов – упорядоченной совокупности ячеек и отношений между ячейками. В зависимости от того, в условиях реализации какого сценария осуществляется работа, у нее могут быть различные (как правило, случайные) результаты. Указанная зависимость передается с использованием отношений между совокупностями ячеек в грид-представлениях эшграфа. Работы, события при их реализации, сценарии событий визуализируются с использованием графового визуального представления. Получаемые эшграфы преобразуются с использованием пометок элементов графов и функциональных зависимостей между различными пометками. Функции представляются с использованием М-графов своих эшграфов так же, как и дуги обычных эшграфов, за исключением того, что при этом используется визуализация таких дуг с использованием таблиц и других таблично-ориентированных визуализаций. Такое, табличное представление, назовем грид-представлением частей Эшграфов. Такое представление удобно для частей эшграфов, представляющих собой совокупности кортежей символов (чисел, строк, других знаков). Так, в нижней части схемы (Рис 1) приведен фрагмент такого представления. Кортежи, образующиеся в результате декартового произведения элементов, в случае грид-представлений – чисел, символов, функций, изображаются с использованием строк, разделенных на ячейки. Строки и ячейки могут отображаться с использованием символов развертывания (например, графический «+») и символов свертывания (например, графический «-»). Символы развертывания указывают способы замены символа развертывания на строку, подстроку, подграф грид-представления, ассоциированный с символом развертывания. Символы свертывания позволяют перемещаться по эшграфу поэтапно «вверх», если под понятием «вверх» условиться понимать движение по М-графу Эшграфа в направлении стрелок, т.е., в направлении усложнения структуры элементов множеств, используемых для построения новых элементов Эшграфа на основе существующих.

5. Сравнение эшграфов с другими расширениями ординарных графов

Напомним, что дуги графов традиционно [7] определяются, как элементы подмножеств декартова квадрата, построенных на вершинах графа. Для графов, не являющихся мультиграфами, допускается лишь одно отношение (один декартов квадрат). Такие графы условимся называть ординарными, а расширения понятия ординарного графа – расширениями ординарных графов. К числу расширений ординарных графов относятся мультиграфы, гиперграфы [7], ориентированные гиперграфы [17], метаграфы [13], иерархические графы [16,15]. Вершины ординарного графа соответствуют

единственному базисному множеству в определении эшграфа. У ординарного графа над базисным множеством допускается построение лишь одной ступени единственно возможной конструкции – декартова квадрата над одним базисным множеством. В мультиграфе таких ступеней может быть несколько, но все они тоже будут иметь структуру декартова квадрата над базисным множеством. Эшграфы позволяют строить любое число ступеней разной структуры, над разными множествами. Практика свидетельствует, что мультиграфы используются тогда, когда необходимо моделировать разные бинарные отношения на одном и том же множестве (например, отношения родства и отношения служебной подчиненности на множестве людей). Гиперграфу соответствует эшграф, построенный на единственном базисном множестве с использованием множества всех подмножеств базисного множества (вместо декартиана, использующегося для ординарного графа).

Очевидно, что эшграфы позволяют моделировать такие отношения и, кроме того, позволяют использовать различные отношения на разных множествах в одном эшграфе, вложенные отношения. Расширения теории графов и иерархические расширения теории множеств активно используются при решении разнообразных задач, в частности – при создании информационных систем решения таких задач, а именно, для формализации хранения и передачи сведений; для визуализации сведений; для формализации рассматриваемых задач. Гипермножествами (другое название – рекурсивные множества) называют множества, не удовлетворяющие аксиоме основания [26,24] и, в результате, допускающими (в общем случае, бесконечную) вложенность. В [26] на основе рассмотрения ряда примеров делается вывод о том, что гипермножества лучше отражают особенности человеческого познания. В [11] приведены алгоритмы, обеспечивающие унификацию гипермножеств, указаны соответствия теории гипермножеств с характеристиками конечных детерминированных автоматов.

Потребности практики потребовали введение понятие метаграфа [13]. Метаграфы используются при формализации логического вывода, моделировании функционирования устройств, при моделировании бизнес-процессов с использованием диаграмм выполнения работ (workflow), при проектировании систем электронной коммерции.

Метаграф определяется [13] следующим образом:

О1. Генерирующее множество метаграфа – множество элементов

$X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$, представляющее интересующие исследователя переменные и входящие в дуги метаграфа.

О2. Вершина метаграфа – пара $e = \langle V_e, W_e \rangle \in E$, где E – множество ребер метаграфа.

Ребра состоят из множества $V_e \subset X$ входных вершин (хвостовой части, tail) и множества $W_e \subset X$ выходных вершин (головной части, head), каждое из которых может состоять из любого количества элементов.

Различные элементы во множествах входных (выходных) вершин дуги называют ко-входами (ко-выходами) друг друга.

Тогда, метаграф $S = \langle X, E \rangle$ – конструкция, определяемая генерирующим множеством и вершинами.

Общим для этих приложений метаграфов представляется то, что с использованием понятия ребра метаграфа моделируются преобразования «множества входов» во «множество выходов», «множества условий» и «множества следствий».

Практически идентично метаграфу определен ориентированный гиперграф [18]:

Ориентированное гиперребро или гипердуга A (directed hyperedge / hyperarc) – ориентованная пара, $E = (X, Y)$ (возможно, пустых) непересекающихся подмножеств $X \subseteq V, Y \subseteq V$ вершин V . Здесь X – хвостовая часть E (tail, $T(E)$), Y – головная часть E (head, $H(E)$).

соответственно, ориентированный гиперграф определяется в [18], как гиперграф с ориентированными гипердугами.

Как видно из предельных, как метаграфы, так и ориентированные графы могут быть представлены, как частный случай эшграфов а именно, эшграфов вида:

$$Esh_1 = (V, E): E \subseteq (\wp(V) \times \wp(V)),$$

где V – базовое множество эшграфа Esh_1 ;

$\wp(V)$ – множество всех подмножеств базового множества V эшграфа Esh_1 ;

$(\wp(V) \times \wp(V))$ – множество всех возможных пар (декартов квадрат) всех подмножеств

подмножеств базового множества V эшграфа Esh_1 .

6. Основные направления использования эшграфов

Рассмотрим основные перспективные направления использования эшграфов для автоматизированного решения задач КПЭР и других аналогичных задач.

Использование расширений теории графов для формализации хранения и передачи сведений в информационных системах. Помеченные графы и гиперграфы могут быть использованы, как универсальный математический аппарат для записи отношений и обмена сведениями о них, в том числе – в базах данных и базах знаний. По этому пути, в частности, следуют ряд авторов, использующих RDF – графы, технологии web 2.0 и GGG (global giant graph). Однако, как отмечает ряд исследователей [23,12,25], у таких графов и гиперграфов имеется ряд недостатков, препятствующих их широкому использованию. Так, в [25] отмечается, что представление сведений в виде помеченных ориентированных графов – один из самых популярных способов моделирования слабоструктурированных данных. Тем не менее, авторами предложена модель (названная ими «гипергнездо», hypernest), направленная на устранение ряда недостатков помеченных ориентированных графов. В качестве таких недостатков указано, во-первых, то, что помеченные ориентированные графы не поддерживают универсальной адресации (а именно, для адресации дуг необходимо преобразовывать граф в новый вид). Во-вторых, такие графы недостаточно хорошо поддерживают типизированные пометки на графах. Следует отметить, что, кроме указанного, помеченные ориентированные графы не позволяют использовать вложенные пометки, не дают способов оперирования функциями на пометках. Для преодоления ряда из этих недостатков в [12] предлагается язык Hyperlog оперирования с математическими объектами, названными авторами гипервершины (hypernodes) — расширением понятия графа, отличающегося тем, что вершины могут содержать другие вершины (обладают иерархичностью). Язык Hyperlog поддерживает произвольные запросы к базе данных с такими вершинами. Запрос Hyperlog представляет собой набор подграфов, с которыми сравниваются гипервершины.

Использование расширений теории графов для визуализации сведений в информационных системах, в том числе информационных системах, реализующих ИТ КПЭР. В [23] приведены примеры использования диаграмм и их формализаций. Так, проиллюстрированы запросы к картографическим сведениям, представленным в диаграмматическом виде, запросы к записям музыкальных произведений, представленных в виде диаграмм (нотных записей). Указано, что расширение предмета теории графов могло бы позволить описывать диаграммы более полно, поскольку при использовании бинарных отношений диаграммы могут терять свои репрезентативные свойства. Диаграмматические технологии на основе эшграфов могут позволить улучшить репрезентативность, позволяют формализовать и отобразить структуру элементов диаграмм (как вершин, так и отношений), их взаиморасположение в пространстве, а также фактуру, цвет и другие характеристики (например, за счет использования мульти- гипер- дуг с пометками, описывающими характеристики элементов, входящих в эти дуги). Тем самым, использование эшграфов должно позволить формализовано оперировать диаграммами нового вида, оперирование которыми невозможно с использованием традиционных теоретико-графовых технологий.

Использование расширений теории графов и иерархических расширений теории множеств для формализации задач КПЭР. Особенностью решаемых задач исследования потенциала и эффективности в условиях риска [3,2] представляется то, что для успешной формализации задач, т.е. такой формализации, результаты которой могли бы позволить успешно решить поставленную задачу, как правило — с использованием вычислительной техники, необходимо объединить в комплекс характеристики исследуемых систем и процессов их функционирования, состояния и события при функционировании, действия, реализуемые при осуществлении планов функционирования, характеристики результатов функционирования и показатели потенциала систем и эффективности при их функционировании в условиях риска. Практика формализации таких задач свидетельствует, что для того, чтобы успешно формализовать эти задачи необходимо рассмотрение комплекса отношений. В эти отношения могут вступать различные ингредиенты процессов функционирования исследуемых систем. При этом, условия проявления тех или иных отношений зависят от отношений, в которые вступают эти и другие ингредиенты, от моментов времени, когда реализуются такие отношения, от реализуемых в разные моменты времени мероприятий. При этом действия могут быть представлены, как отношения между ингредиентами и, возможно, субъектами действий. Тем самым, на этапе построения концептуальной модели необходимо представление комплекса, как правило, рекуррентно специфицируемых, отношений разного вида с ингредиентами в зависимости от различных условий. Традиционно для этого используются теоретико-множественные и теоретико-графовые модели. Однако, во-первых, указанные отношения характеризуются тем, что в них могут вступать не пара, а большее количество ингредиентов. Эта особенность отмечается многими исследователями и ведет к использованию при построении концептуальных моделей гиперграфов и ориентированных гиперграфов [17]. Другая особенность состоит в рекуррентной спецификации таких моделей и их последовательном уточнении, что ведет к рекуррентному заданию элементов множеств и (или) графов, иерархическому представлению расширенных теоретико-графовых моделей. Такое, иерархическое представление, хорошо развито в теории гипермножеств [11]. В рамках теории гипермножеств используется графовое представление иерархии множеств, DRLG. При этом, вложенными могут быть лишь вершины. В то же время, в эшграфах рекурсивно определяемые подграфы могут соответствовать любым частям графа и его подграфов.

Близость расширений теории графов и гипермножеств проявляется на практике, при разработке структур хранения гипермножеств и гиперграфов в базах данных. Так, гипермножества использованы при определении структуры хранения и оперирования данными в HyperGraphDB [14]. Эта база данных предназначена для хранения графов и гиперграфов. Особенность предлагаемой структуры хранения состоит в том, что она опирается на понятие об иерархических множествах. Тем самым, такой способ хранения и оперирования гиперграфами оказывается хорошей кандидатурой для своего использования при разработке аналогичных способов хранения и оперирования эшграфами.

Однако, расширение полученных в теории гипермножеств результатов на отношения, в том числе, вложенные, еще не было реализовано. Представляется, что такое расширение целесообразно осуществить с использованием эшграфов. Такое расширение требуется, например, при необходимости описания теоретико-графовой модели, включающей в свой состав наборы теоретико-графовых моделей какого-либо типа и вложенных в них (возможно, рекурсивно) теоретико-графовых моделей, кортежей, таблиц. Например, такие модели — сети с ассоциированными с их вершинами деревьями, помеченными, в свою очередь, кортежами чисел. Такие модели необходимы, в частности при оценивании потенциала и эффективности в условиях риска [3,2], при исследовании состава технических систем (задача разузлования) [18], в задачах исследования потенциала социально-экономических систем [5]. Отличие введенного ранее понятия эшграфа от гипермножеств состоит в том, что гипермножества не содержат кортежей элементов (ориентированных дуг). Эшграфы могут содержать такие элементы, поскольку при конструировании множеств различных ступеней используется декартиан (а не только булеан, который и порождает гипермножества). Графы гипермножеств, введенные в ряде работ [26,11,25] служат для описания структуры гипермножеств. Аналогично, М-графы служат для описания структуры дуг Эшграфов. Тем не менее графы гипермножеств отличаются от М-графов тем, что М-графы описывают процесс порождения новых множеств с использованием множеств всех подмножеств («булеана») и декартиана на уже построенных множествах, а графы гипермножеств описывают лишь отношение вхождения одних множеств в качестве элементов в другие множества. Однако, представляется перспективным обобщить практические результаты, полученные в теории гипермножеств, на эшграфы.

Использование расширений теории графов для моделирования экономики. В экономике, при производстве и обмене продуктов на основе наборов одних благ, принадлежащих одним лицам производятся другие, принадлежащие тем же или другим лицам, при этом могут использоваться наборы средств, а сам обмен регулируется законодательством, нормативными актами.

Сам обмен может протекать по схеме, в которой участвуют несколько лиц. Например, при типичной внешнеторговой операции в обмене участвуют производитель, его поставщики, внешнеторговая фирма — контрактор экспортера, внешнеторговые фирмы — импортеры (возможно, дилеры, дистрибьюторы, агенты, представительства), таможенные службы, органы государственного регулирования (налоговые службы, санитарный контроль, органы сертификации и статистики), перевозчики, страховщики, розничные продавцы, банки, в которых открыты счета участников сделки и банки — посредники и, наконец, покупатели и потребители товара, произведенного производителем. Такой обмен может быть представлен с использованием разного рода диаграмм и реляционных таблиц. Одним из древнейших представлений сведений об обмене представляется хорошо известная двойная запись, используемая, несмотря на свой возраст, до сих пор. В [20] отмечается, что назрел переход от используемых до сих пор табличных моделей бухгалтерских записей к новым моделям, учитывающим все стороны при реализации обмена. В качестве таких моделей предложены теоретико-графовые модели, выполненные в соответствии с концепцией Resource-Event-Agent (REA) [20]. Ресурсы (resource) — элементы, передающие обмениваемые ценности (товары, услуги, деньги, ценные бумаги); Events — события (покупки, продажи, изготовление, потребление), связанные с обменом; Агенты (agents) — субъекты экономических отношений (в частности, потребителей, производителей, продавцов, покупателей, государственные органы). Заметим, что получаемые в соответствии с REA теоретико-графовые модели могут быть улучшены за счет введения дополнительных, иерархических дуг и вершин с использованием эшграфов. В простейшем случае, ресурсы, события и агенты могут быть представлены, как три класса множеств, на которых строятся разнообразные отношения обмена, моделируемые эшграфом обмена. При этом, за счет использования операций с эшграфами эти классы множеств могут, с одной стороны, раскрываться через базовые множества, такие, как объекты и их состояния, а с другой стороны — могут быть образованы множества более сложной структуры, с использованием множеств событий, агентов и ресурсов. Тем самым, с использованием операций с эшграфами представляется возможным моделировать разнообразные отношения, складывающиеся в экономике с учетом дискретности и нестационарности процессов обмена.

Использование расширений теории графов для унификации моделирования. Модели решения задач на унифицированных языках моделирования (например, UML) широко используются [27] при создании сложных программных комплексов. Как показано в [6], для формализации и последующей автоматизации построения и преобразования унифицированных моделей целесообразно использовать расширения теории графов в виде специализированных иерархических гиперграфовых моделей и мета-моделей. Такие модели — частный случай эшграфов. Заметим, что аналогичные модели на основе

расширенных теоретико-графовых моделей используются и в более общем случае, при формализации и последующей автоматизации построения и преобразования диаграмм различного назначения в расширяемых редакторах диаграмм [22].

Заключение

Предложено расширение теории графов в виде эшграфов. Введено определение эшграфов на основе понятия о ступенях множеств по Н. Бурбаки. Раскрыт ряд связанных с эшграфом понятий, особенностей и путей использования эшграфов на практике, операций с эшграфами, выполнен сравнительный анализ использования предложенного расширения теории графов в виде эшграфов и использования уже существующих расширений теории графов. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что использование расширения теории графов с использованием эшграфов может позволить успешнее решать ряд практических задач в технике, экономике и программной инженерии.

Так, примеры использования эшграфов, полученные при решении задач исследования потенциала систем и эффективности их функционирования в условиях риска [2,5,6] свидетельствуют, что использование эшграфов позволяет успешно решать практически важные задачи исследования технических и социально-экономических систем. Для успешного решения перспективных задач с использованием эшграфов необходимо исследовать их свойства, свойства операций с эшграфами, разработать типовые алгоритмы решения задач с использованием эшграфов, разработать методы хранения, передачи, преобразования, визуализации эшграфов в информационных системах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багаутдинов З.З., Гейда А.С., Лысенко И.В. Моделирование и оценивание эффективности комплекса мероприятий на основе алгебры нечетких чисел. // Известия вузов. Приборостроение, № 1, 2008. С. 12–23.
2. Гейда А.С., Лысенко И.В. Задачи исследования потенциала социально-экономических систем // Труды СПИИРАН. 2009. Вып. 10. СПб.: Наука, 2009. С. 63–84.
3. Гейда А.С. Оценивание эффектов функционирования организационно-технических систем: концепция автоматизации // Труды СПИИРАН. 2009. Вып. 11. СПб.: Наука, 2009. С. 63–80.
4. Гейда А.С., Лысенко И.В. Базовые модели оценки системных рисков на примере показателей финансово-кредитной сферы // Роль ключевых национальных показателей в оценке стратегий развития: коллективная монография [Е.И. Иванова и др.]; [отв. ред. Е.И. Иванова] Гос. науч. учреждение «Гос. науч.-исслед. ин-т систем. анализа Счетной палаты Российской Федерации». – М.: Воентехиниздат, 2010. 216 с. ISBN 978-5-9574-0038-7. С. 89–108.
5. Гейда А.С., Лысенко И.В., Нехорошкин Н.И., Трemasов А.Д. Оценивание социально-экономических потенциалов для аудита отраслевых и региональных стратегий развития // Государственный аудит. Право. Экономика. М.: Государственный НИИ системного анализа Счетной Палаты РФ. № 5, 2010 г.
6. Гейда А.С. Метод сквозного использования универсальных языков моделирования в задачах стратегического аудита проектов. В книге: Новое в государственном управлении. Вып. 2. Методы и модели информационно-аналитического обеспечения системного аудита использования национальных ресурсов и управления по результатам / Под ред. А.А. Пискунова. – Ростов-на-Дону: ЮРИФКА, 2007. С.98–116.
7. Емеличев В.А., Мельников О.И., Сарванов В.И., Тышкевич Р.И. Лекции по теории графов. М.: Наука, 1990 г., 384 С.
8. Никаноров С.П. Расширение предмета теории графов. Электронный научно-информационный журнал Системное управление. Проблемы и решения. Выпуск 8. М.: МФТИ.
9. Петухов Г.Б., Якунин В.И. Методологические основы внешнего проектирования целенаправленных процессов и целеустремленных систем. М.– АСТ.– 2006.–504 С.
10. Пономарёв И.Н. Введение в математическую логику и роды структур. Учебное пособие. Москва, МФТИ, 2007 г. 241с. Aggarwal C.C., Wang X., eds. Managing and Mining graph data. Springer, 2010.
11. Agostino Dovier, Eugenio G. Omodeo, Alberto Policriti. Solvable set/hyperset contexts: A goal-driven unification algorithm for the blended case., August 13, 1998.
12. Alexandra Poulouvasiliis and Stefan G. Hild: Hyperlog: A Graph-Based System for Database Browsing, Querying, and Update. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, Vol. 13, No. 2, March/April 2001, pp. 316–332.
13. Basu, Amit, Blanning, Robert W. Metagraphs and Their Applications // Integrated Series in Information Systems, Vol. 15. Springer: 2007, VIII, 172 p.
14. Borislav Iordanov. HyperGraphDB: A Generalized Graph Database/ First International Workshop on Graph Database (IWGD 2010).
15. David Harel. On visual formalisms. Communications of the ACM. 31(5). 514–530. 1988.
16. Frank Drewes, Berthold Hoffmann, Detlef Plump. Hierarchical Graph Transformation // Journal of Computer and System Sciences 64, 249–283 (2002).
17. Giorgio Ausiello. Directed hypergraphs: Data structures and applications // CAAP '88. Lecture Notes in Computer Science. Springer: 1988, Volume 299/1988, pp. 295–303.
18. Giorgio Gallo, Giustino Longo, Stefano Pallottino, Sang Nguyen. Directed hypergraphs and applications // Discrete Applied Mathematics - Special issue: combinatorial structures and algorithms. Volume 42 Issue 2-3, April 27, 1993.
19. Handbook of graph grammars and computing by graph transformation: vol.1-3 // Editors: H. Ehrig, H.-J. Kreowski, U. Montanari, G. Rozenberg. 1999.
20. Hruby, Pavel. Model-Driven Design Using Business Patterns // Springer-Verlag New York, 2009, 386pp.
21. Huahai He, Ambuj K. Singh. Query Language and Access Methods for Graph Databases. Springer. Advances in Database Systems, 2010, Volume 40, 125-160.
22. Mark Minas. Concepts and realization of a diagram editor generator based on hypergraph transformation. 2002, Science of Computer Programming, Volume 44, Issue 2. p.p. 157-180.
23. Michael Anderson, Robert McCartney. Diagram processing: Computing with diagrams. Artificial Intelligence. № 145 (2003) pp. 181–226.
24. Peter Aczel. Non well-founded sets. CSLI Lecture Notes. Number 14. 1988. 159p.
25. Piotr Kaminski. Using Hypersets to Represent Semistructured Data.
26. Varol Akman Mujdat Pakkan. Nonstandard Set Theories and Information Management. // Journal of Intelligent Information Systems. Springer Science & Business Media B.V. 1996 ISSN 0925-9902 Vol. 6 N 1. P.P. 5-31
27. Yang, Hongji (ed.). Advances in UML and XML-based software evolution. Idea Group Publishing. Hershey, PA. 2005. 363 p.

Гранкин Б. К., Козлов В. В.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ К ИССЛЕДОВАНИЮ НАДЕЖНОСТИ В УНИКАЛЬНЫХ
МЕХАНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ**

Введение

Для уникальных промышленных объектов, имеющих «механическую» природу единственно возможным направлением получения приемлемых по точности и достоверности оценок ресурса являются снятие априорной неопределенности знаний в изменении внутренних параметров объекта, характеризующих фактический запас его долговечности в конкретных условиях эксплуатации. Такой подход позволяет перейти от представления об объекте как о «черном ящике», что характерно для статистического подхода. Методологической основой решения проблемы оценивания долговечности должно быть глубокое проникновение в физику процессов расходования работоспособности объектов эксплуатации (анализа физики отказов).

1. Сущность предлагаемого подхода

Сущность физического подхода заключается в выявлении и описании устойчивых необратимых закономерностей изменения внутренних свойств материалов и внешних форм элементов объекта под воздействием дестабилизирующих факторов как внутренней природы, заложенных при проектировании, так и внешней природы, зависящих от условий эксплуатации. При таком подходе должно быть выявлено достаточное множество определяющих параметров, характеризующих эти изменения и доступные для инструментального (приборного) контроля в процессе эксплуатации, а также построение формализованных моделей агрегирования этих параметров в показатели долговечности объекта.

Одной из предпосылок физики является предположение, что поведение мельчайших частиц и их взаимодействие дают возможность объяснить и предсказать поведение сложных систем, состоящих из множества таких частиц. Начало поиска методов, посредством которых характеристики частиц можно использовать для установления характеристики целого можно отнести к Демокриту. Однако, реальным научным началом решения этой проблемы является работа Д. Гиббса «Элементарные принципы статистической механики» [1,2], которая по мнению самого автора представляла собой поиск «аналогий». Работа Гиббса появилась до возникновения квантовой теории М. Планка и до теории связи К. Шеннона [3,4], но после появления этих теорий идеи Гиббса стало возможным формализовать.

Формальный подход к описанию свойств вещества наталкивается как минимум на две проблемы: Во-первых, для описания простейшего движения частиц в одном грамм-моле вещества необходимо рассмотреть, как минимум $3 \times 6 \times 10^{23}$ уравнений и $6 \times 6 \times 10^{23}$ граничных условий (по трем координатам и трем значениям начальных скоростей) для 10^{23} частиц. Во-вторых, даже если бы исследовалось движение одной частицы, то не существует определенных данных о ее положении вследствие принципа неопределенности Гейзенберга, принятого в качестве универсального ограничения, налагаемого на все измерения. Согласно этого принципа

$$(\Delta x) \Delta(mv_x) \geq \frac{h}{4\pi},$$

где h – постоянная Планка, Δx – точность измерения положения объекта, mv_x – величина импульса.

Преодоление такой неопределенности строится на формализмах Джейнса, сформулированных в его работе «Теория информации и статистическая механика», где приводится наилучшая оценка определения вероятностей (p_i) микросостояния исследуемого объекта. Так, при условии, что перечислено все, что известно о «средних значениях» величин, связанных с системой, можно выразить их среднее значения в виде уравнений

$$\sum_i p_i g_r(X_i) = \langle g_r \rangle,$$

где X является признаком, который служит для идентификации состояния, а X_i – значение X , свойственное состоянию i ; $g_r(X)$ – функция X ; $\langle g_r \rangle$ – известное среднее значение. Далее используя уравнения для средних значений и дополнительное уравнение

$$\sum_i p_i = 1$$

вводится функция (S) для оценивания количества информации

$$S = -const \cdot \sum_i p_i \ln p_i,$$

которую следует максимизировать при условии имеющейся информации. Эту функцию принято называть «энтропией», хотя в переводе с «греческого», это понятие соответствует понятию «эволюции». Такой подход позволяет оперировать с математическим ожиданием интересующих нас параметров, по средствам определения вероятности для значений этих параметров, удовлетворяющих условию максимизации S . Проблема максимизации S , разрешается методом Лагранжа. Она состоит во введении некоторых произвольных функций, среди которых заметное место занимает (β) – параметр, который определяет форму распределения вероятностей. Этот параметр называют «темпером» распределения.

Значимость этого параметра определяется тем, через него можно определить: неопределенность $const\left(1 - \beta \frac{\partial}{\partial \beta}\right)$; энергию $\frac{\partial}{\partial \beta}$ и дисперсию энергии $\frac{\partial^2}{\partial \beta^2}$.

Можно показать [5], что $\beta = \frac{1}{kT}$, где k – постоянная Больцмана, T – температура.

Используя соотношение $\Delta x = L = V^{\frac{1}{3}}$ как величину, определяющую точность измерения положения частиц, для множителей Лагранжа, в алгоритме поиска максимума S , исключая β , Массье ввел функцию (для одной частицы массой m)

$$\lambda_0 = \lambda_{0x} + \lambda_{0y} + \lambda_{0z} = \ln \left\{ \frac{V}{h^3} \left(\frac{2\pi m}{\beta} \right)^{\frac{3}{2}} \right\} = \psi$$

которая для N частиц трансформируется к виду

$$\psi = N \ln \left\{ \frac{V}{h^3 N} \left(\frac{2\pi m}{\beta} \right)^{\frac{3}{2}} \right\} + N.$$

Каждое физическое явление сопровождается превращением энергии. Такое превращение изучается в различных науках. В тоже время такое превращение многолико и должно быть изучаемо при комплексном подходе. Существует область знаний, в которой просматривается связь различных разделов науки, таких как механика, электромагнетизм, химия и свойства материалов такой областью принято считать термодинамику. Теоретические положения термостатики, представленные в [5] показывают, что, используя статистические параметры системы, указанные в таблице 1, (см. табл 1)

Таблица 1

Параметры системы

p_l	Вероятность квантового состояния l
ε_l	Энергия, связанная с квантовым состоянием l
X_k	Внешние координаты (свойства для идентификации состояния: длина, площадь, объем, толщина, напряженность магнитного поля...)
l	Квантовое число
k	Количество внешних параметров

можно получить наилучшее приближение для описания состояний закрытой системы:

$$p_l = e^{-\psi - \beta \varepsilon_l} = \frac{e^{-\beta \varepsilon_l}}{\sum_l e^{-\beta \varepsilon_l}}; \psi = \ln \sum_l e^{-\beta \varepsilon_l},$$

где ψ – функция Массье; β – «темпер» распределения. Используя эти соотношения можно определить макроскопические свойства закрытой системы, показанные в таблице 2.

Очевидно, что все, величины, в переставленной выше таблице можно вывести, если известны функции

$$\psi(\beta, X_k) \text{ и } \varepsilon_l(X_k).$$

При исключении ψ, β, X_k из имеющихся соотношений можно получить соотношения, содержащие только члены правой графы таблицы 2. Эти соотношения дают возможность предсказать, как измеряемые величины связаны друг с другом. Такие соотношения носят название уравнений макроскопической термостатики, см. таблицу 3:

Таблица 2

Макроскопические свойства закрытой системы:

$-\frac{\partial \Psi}{\partial \beta}$	Ожидаемая величина энергии	$\langle E \rangle$
$\frac{\partial^2 \Psi}{\partial \beta^2}$	Дисперсия (флуктуация) энергии	$\sigma^2 \langle E \rangle$
$k\Psi - k\beta \left(\frac{\partial \Psi}{\partial \beta} \right)$	Энтропия (неопределенность)	S
$\frac{1}{k\beta}$	Температура	T
$-\sum_l p_l d\varepsilon_l$	Приращение обратимой работы	dW_r
$\sum_l \varepsilon_l dp_l$	Приращение обратимого тепла	dQ_r
$\frac{1}{\beta} \left(\frac{\partial \Psi}{\partial X_k} \right)$	Ожидаемая величина силы	$\langle F_k \rangle$
$\frac{1}{\beta} \left(\frac{\partial \Psi}{\partial V} \right)$	Ожидаемая величина давления	$\langle P \rangle$
$-\frac{\Psi}{\beta}$	Свободная энергия Гельмгольца	A
$k\beta^2 \left(\frac{\partial^2 \Psi}{\partial \beta^2} \right)$	Теплоемкость при постоянном объеме	C_V
$\frac{V}{\beta} \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial V} - \frac{\partial \Psi}{\partial \beta}$	Энтальпия	H

Таблица 3

Уравнения макроскопической термостатики

$d\langle E \rangle = dQ - dW$	Энергетический баланс
$\oint (dQ - dW) = 0$	Первый закон термостатики
$dS = \frac{dQ}{T}$ (обратимый)	Изменение энтропии
$\Delta S_{\text{общ}} \geq 0$	Второй закон термостатики
$\lim_{T \rightarrow 0} S = \text{const}$	Третий закон термостатики
$\frac{W_{\text{max}}}{Q_H} = \frac{T_H - T_C}{T_H}$	Теорема Карно
$W_{\text{max}} = -\Delta A(\text{изотермический})$	Величина максимально возможной работы

Соотношения, приведенные в таблице 3 свидетельствуют о том, что нет необходимости для идентификации состояния объекта измерять их все. Если одни величины измерены, то другие могут быть выведены. Зависимости макроскопической термостатики дают возможность использовать имеющие средства и способы идентификации состояния исследуемого объекта самым полным образом.

Используя восемь термодинамических переменных:

1. Энергия – E ; $E = E(S, V)$; $E = E(T, V)$; $E = E(P, T)$; $E = E(P, V)$;
2. Энтропия – S ; $S = S(P, T)$; $S = S(T, V)$; $S = S(E, V)$; $S = S(P, V)$;
3. Давление – P ; $P = P(T, V)$; $P = P(S, V)$; $P = P(E, V)$; $P = P(S, E)$;

4. Объем – V ; $V = V(P, T)$; $V = V(E, S)$; $V = V(E, T)$; $V = V(S, P)$;
5. Температура – T ; $T = T(P, V)$; $T = T(S, V)$; $T = T(E, V)$; $T = T(E, P)$;
6. Энтальпия: $H = E + PV$;
7. Свободная энергия Гельмгольца: $A = E - TS$;
8. Свободная энергия Гиббса: $G = H - TS$;

можно выразить одни переменные через другие.

Такая связь представляет собой дифференциальные соотношения, именуемые соотношениями Максвелла:

$$-\left(\frac{\partial T}{\partial V}\right)_S = \left(\frac{\partial P}{\partial S}\right)_V; \left(\frac{\partial T}{\partial P}\right)_S = \left(\frac{\partial V}{\partial S}\right)_P; \left(\frac{\partial S}{\partial V}\right)_T = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V; -\left(\frac{\partial S}{\partial P}\right)_T = \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P.$$

Указанные выше восемь переменных дают $5 \cdot 10^8$ комбинаций производных, большинство из которых не представляют интереса. Только небольшая часть имеет практическое значение. Таких производных 336 и они включают в себя только относительно легко измеряемые термодинамические свойства.

Среди таких свойств можно назвать:

- коэффициент температурного расширения $\alpha_T = \frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$;
- коэффициент сжимаемости $P = -\frac{1}{V} \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial P}\right)_T$;
- теплоемкость при постоянном давлении $C_P = T \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_P$;
- теплоемкость при постоянном объеме $C_V = T \left(\frac{\partial S}{\partial T}\right)_V$;
- отношение теплоемкостей $\gamma = \frac{C_P}{C_V}$;
- отношение коэффициентов теплового расширения и сжатия $\frac{\alpha_T}{\beta_P} = \left(\frac{\partial P}{\partial T}\right)_V$;

На основе термодинамических параметров можно выполнить оценивание значений важного механического свойства материала – модуля Юнга ($E_{\text{унп}}$) для упругой области деформации. При использовании следующих обозначений: F – площадь поперечного сечения испытуемого бруска; l – длина испытуемого бруска; σ – напряжение в испытуемом бруске можно записать выражения для двух вариантов испытаний металла – медленного (изотермического)

$$E_{\text{унп}}^T = \frac{1}{F} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial l}\right)_T,$$

$$\text{и быстрого (изэнтропического), } E_{\text{унп}}^S = \frac{1}{F} \left(\frac{\partial \sigma}{\partial l}\right)_S.$$

Здесь аналогом термодинамического параметра P является σ , параметра V – l . Рассматривая отношение

$$\frac{E_{\text{унп}}^T}{E_{\text{унп}}^S} = \frac{\left(\frac{\partial \sigma}{\partial l}\right)_T}{\left(\frac{\partial \sigma}{\partial l}\right)_S} = \frac{\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_T}{\left(\frac{\partial P}{\partial V}\right)_S} = \frac{C_V}{C_P} = \frac{C_l}{C_\sigma},$$

которое при использовании разности теплоемкостей и таких параметров как коэффициенты теплового расширения (α_T) и сжатия (β_T), $C_P - C_V = TV \cdot \frac{\alpha_T^2}{\beta_T}$ позволяет записать

$$\frac{E_{unp}^T}{E_{unp}^S} = 1 - \frac{T\alpha_T^2}{\left(\frac{C_\sigma}{l}\right)} \cdot \beta_\sigma, \text{ где } \alpha_T \equiv \frac{1}{l} \cdot \left(\frac{\partial l}{\partial T}\right)_\sigma \beta_\sigma \equiv -\frac{1}{l} \left(\frac{\partial l}{\partial \sigma}\right)_T,$$

Такие свойства объекта имеют особенности вычисления для случаев, когда система является открытой и исследуется в условиях существенного влияния сил гравитации, магнитных, электрических сил, сил поверхностного натяжения, фазовых переходов, а также химических реакций, включая химическую кинетику и т.д.

2. Основные следствия

Таким образом, из микроскопических законов можно вывести макроскопические соотношения. Существующая взаимосвязь областей науки, показанная на рисунке 1

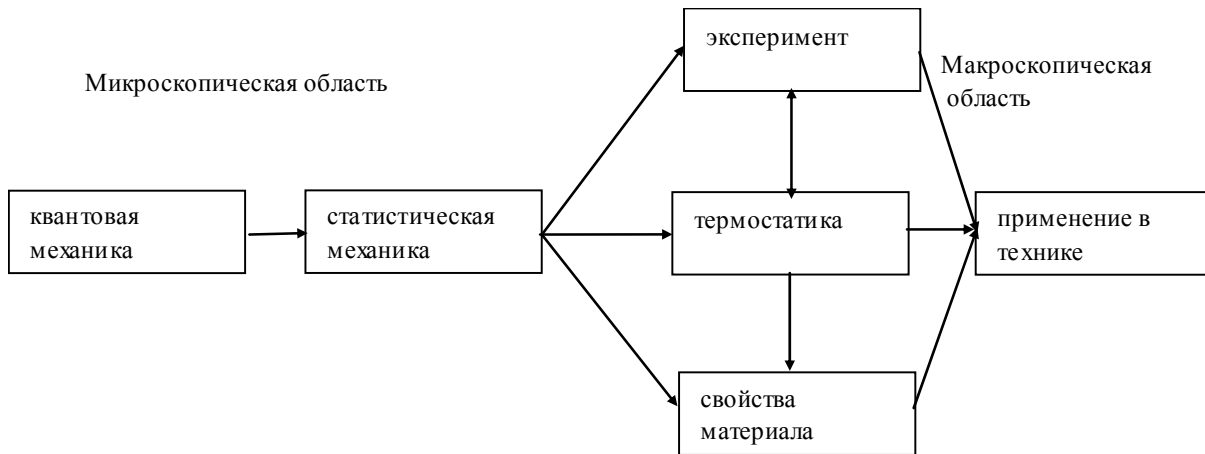


Рис.1. Существующая взаимосвязь областей науки.

Это дает основание к разработке логической системы для исследования макроскопических свойств объектов, основанной с одной стороны на законах термостатики и термодинамики и доступной в эксперименте информации, а с другой на фундаментальных теоретических основах, лежащих на субмикроскопическом уровне изучения вещества.

Невозможно назвать какое-либо физическое изменение в целостном объекте без использования в той или иной мере таких категорий как: структура, энергия, вещество, пространство и время. Однако, термодинамический подход, в большей степени нацеленный на сплошные среды, ограничивается лишь категориями энергия, вещество, пространство и время, что явно недостаточно для промышленного объекта. Любой промышленный объект только тогда становится целостным объектом, когда к нему применимо понятие структуры. Согласно общепризнанного определения: структура (от лат. structura – строение, расположение, порядок) это совокупность устойчивых связей объекта, обеспечивающих его целостность и тождественность самому себе, т. е. сохранение основных свойств при различных внешних и внутренних изменениях. Для промышленных объектов внешними изменениями являются силы (поверхностные, объемные и (или) точечные) и потоки (тепловой, электрической и магнитной) энергии, а внутренними изменениями – термодинамические параметры, изменения которых обусловлено внешними воздействиями.

Используя для описания процессов функционирования промышленных механических объектов уравнения Лагранжа – Максвелла [6,7], с обобщенными механическими (q_i) и (χ_k) электрическими координатами для машин с механическими и электрическими приводами

$$\begin{cases} \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial L}{\partial q_i} = Q_i, i = 1, \dots, n \\ \frac{d}{dt} \cdot \frac{\partial L}{\partial \dot{\chi}_k} - \frac{\partial L}{\partial \chi_k} = Q_k, k = 1, \dots, m \end{cases} \quad (1)$$

где Q_i и Q_k обобщенные механические и электрические силы, $L(q, \dot{q}, \chi, \dot{\chi}, t)$ – функция Лагранжа удается выполнить описание «внешнего» поведения машин и механизмов промышленных объектов.

С введением T – кинетическая энергия системы $T = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^s a_{jk} \dot{q}_j \dot{q}_k$, Π – потенциальная энергия системы $\Pi = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^s c_{jk} q_j q_k$, а также функции Релея $\Phi = \frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^s b_{jk} \dot{q}_j \dot{q}_k$ и специальным выбором новых обобщенных координат ($j = 1, 2, \dots, 6$), таких что

$$T = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^s a_j \dot{\xi}_j^2; \quad \Pi = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^s c_j \xi_j^2; \quad \Phi = \frac{1}{2} \sum_{j=1}^s b_j \dot{\xi}_j^2;$$

можно переписать уравнения Лагранжа в более простом виде:

$$a_j \ddot{\xi}_j + b_j \dot{\xi}_j + c_j \xi_j = Q_j(t); \quad j = 1, \dots, s \quad (2)$$

Тогда, задача анализа процессов движения агрегатов промышленных объектов формально сводится к исследованию уравнений (2). В такой постановке, выбор определяющих параметров движения агрегатов сводится к раскрытию значений таких параметров как $a_j; b_j; c_j$ и Q_j .

Такого рода модели, соответствуют уровню проектирования промышленного объекта. Однако, если эту модель дополнить соотношениями по эволюции термодинамических параметров сплошных сред конструкционных материалов и рабочих жидкостей [8], а также электромагнитных полей, деградирующие в процессе эксплуатации объекта и входящих в соотношения, определяемые параметры $a_j; b_j; c_j$ и Q_j , то в результате можно получить реальную модель функционирования промышленного объекта, адекватную процессам наблюдаемым при его эксплуатации.

Все интегралы уравнений Лагранжа (Лагранжа – Максвелла) приводят к трем основным видам движения: поступательному, вращательному и колебательному, а также их сочетанию. На основании чего можно сделать следующие важные выводы:

Во-первых, такие же виды движения лежат в основе описания атомарных движений, что дает основание считать корректным путь интегрирования свойств материи от субмикроскопического до макроскопического уровня. Во-вторых, наиболее общий вид движения на макроскопическом уровне (вынужденные колебания при наличии вязкого сопротивления) интегрируют в себе диссипативные процессы, ярко просматриваемые на термодинамическом уровне рассматриваемых явлений в механических промышленных объектах. В-третьих, изменение физико-химических и механических свойств конструкционных материалов и рабочих жидкостей исследуемых объектов в результате внешних воздействий или внутренней деградации должны найти отражение в изменении макроскопических параметров функционирования машин и механизмов промышленных объектов. Выявление таких изменений на макроскопическом уровне открывает путь оперативной и экономической диагностики промышленных объектов. В-четвертых, математический аппарат теоретической механики позволяет исследовать движение машин и механизмов с деградирующими в процессе эксплуатации элементами. В аналитической механике такие элементы называют удерживающими связями.

В общем виде это неголономные связи, для которой уравнение удерживающей связи имеет вид

$$f(x_i, y_i, z_i, \dot{x}_i, \dot{y}_i, \dot{z}_i, t) = 0.$$

Следует отметить, что уравнение удерживающей связи и его аргументы в полной мере могут быть использованы в виде структурных параметров промышленного объекта, описывающих как статику и динамику его пространственного положения, а также его деформационные движения, недостающих при описании только с позиций термодинамики. Также следует отметить, что уравнения движения для неголономных систем удачно описывают механические объекты, деградирующие в процессе износа, деформации или коррозии.

Заключение

Наиболее значимым выводом из предложенного здесь подхода следует считать тот факт, что параметры движения механизма (машины) промышленного объекта являются индикатором его технического состояния, при измерении которых в условиях эксплуатации без демонтажа и тонких лабораторных исследований можно вынести суждения о состоянии этого объекта.

Анализируя представленные выше процедуры агрегирования параметров и процессов движения механических агрегатов промышленных объектов, можно утверждать, что, несмотря на значительное разнообразие процессов движения, обусловленное вариативностью исходных данных, начальных и граничных условий множество таких параметров ограничено пространственными координатами, скоростями и ускорениями, изменяющимися во времени

$$(x_i(t), \dot{x}_i(t), \ddot{x}_i(t)), i = 1, \dots, n.$$

и (или) производными от них собственными и вынужденными частотами колебаний (p_i, k_i) , а также амплитудами этих колебаний, коэффициентами динамичности и т.д., значение которых зависит от значений термодинамических и электродинамических параметрами объектов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дж. Гиббс, Термодинамические работы, М., 1950.
2. Mori H Phys/ Rev/, 112, 1829. 1958.
3. Shannon C.E. Prediction and entropy of printed English. Bell system Tech J., 1951.
4. К. Шеннон. Работы по теории информации и кибернетике. Изд-во иностранной лит. 1958.
5. Тайбус М. Термостатика и термодинамика. Пер. с англ. М., «Энергия». 1970.
6. Ландау Л.Д., Лифшиц Е.М. Теоретическая физика: учеб. пособие в 10 т. М.: Наука. Гл. ред. физ.мат.лит., 1988.
7. Левитский Н.И. Теория механизмов и машин: Учеб. пособие. 2-е изд. М.: Наука Гл. ред. физ. мат. лит., 1990. 592 с.
8. Гленсдорф П., Пригожин И. Термодинамическая теория структуры, устойчивости и флуктуации: Пер. с англ./ Под ред. Ю.А. Чизмадзе. М.: Мир. 1973. 280с.

Гранкин Б.К., Козлов В.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ**

Введение

В сложных объектах современной экономики имеются системы, функционирование которых можно рассматривать как передачу рабочей среды (вещества, энергии и/или информации) от источников к потребителям с преобразованием свойств этой среды. Под рабочей средой (РС) понимается субстанция, рассматриваемая в вещественном, энергетическом, информационном или виртуальном аспектах в соответствии с выбранными целями исследования. В зависимости от физической сущности РС и рассматриваемых свойств потоков будем называть системы механическими, гидравлическими, пневматическими, электрическими, виртуальными и комбинированными системами потоко-распределения (СПР). К ним можно отнести механизмы, системы силового привода (гидравлические, пневматические, электрические, механические и др.), системы газоснабжения, терморегулирования, нейтрализации, информационные системы проектирования, контроля, управления и др. В зависимости от факторов, которыми оценивается РС эти системы могут быть вещественными, энергетическими, информационными, транспортными, финансовыми и пр. Примерами виртуальных СПР являются методики или алгоритмы, представляемые структурными схемами.

Таким образом, различные объекты могут быть рассмотрены и формализованы в структурно-функциональном плане с единых позиций. Это позволяет применять общие методы синтеза структуры разнообразных по физической природе СПР на соответствующем этапе их проектирования.

Метод синтеза структуры СПР основан на формализации и декомпозиции многозначных логических функций преобразования свойств РС. Специфика преобразований функций систем различной физической природы учитывается формализованными ограничениями – условиями реализуемости. В методологическом плане предлагаемый материал вписывается в концепцию общей теории систем [1], в прикладном аспекте он адресуется специалистам по автоматизированному проектированию соответствующих СПР.

1. Особенности синтеза структуры СПР

В технике под синтезом понимают построение сложных объектов (систем) из более простых объектов (элементов) путем их агрегирования. В более строгой постановке под синтезом структуры понимается определение состава и связей элементов, обеспечивающих выполнение функций, определенных требованиями к системе [2].

Основные достижения теории синтеза структуры сложных систем связаны с информационно-управляющими системами, в том числе релейно-контактными (К. Шеннон, А.А. Шестаков, О.А. Лупанов, Е. Мак-Класки, С. Сешу, Д. Хаффмен, С.В. Яблонский и др.), конечными автоматами (В.М. Глушков, М. Арбиб, Дж. фон Нейман, М.З. Айзерман, А.Д. Закревский, В.А. Лазарев, Д.Г. Поспелов, и др.), автоматического регулирования (Л.П. Понtryгин, Б.Н. Петров, Р. Беллман, Р. Калман, Е.П. Попов и др.), управления производственными, транспортными, экономическими и организационными системами (Н.П. Бусленко, В.И. Бурков, В.В. Кафаров, В.Т. Кулик, А.Г. Мамиконов, А.Д. Цвиркун и др.). Что касается систем, в которых существенным фактором являются материальные и энергетические потоки, то используемые методы синтеза структуры весьма специфичны. Так, в гидравлических системах функции состоят в передаче жидких сред с преобразованием различных физических свойств, что не формализуется в рамках традиционной математической логики [3].

Первые попытки синтеза структуры гидравлических систем были предприняты в работах А.В. Перекрестова [4], где системы рассматриваются как релейно-контактные. Анализ специфики гидравлических и других систем приводит к выводу об их ярко выраженной специфике. Во-первых, потоки могут иметь противоположные направления и образовывать циклы, что не имеет аналогов в релейно-контактных системах. Во-вторых, в моделях релейно-контактных схем не учитывается преобразование параметров потоков, что не позволяет использовать формальный аппарат булевой

алгебры. Поэтому возможности должны быть расширены путем введения многозначной логики, соответствующей специфике преобразований РС. Эти обстоятельства приводят к выводу о недостаточности упомянутых методов для синтеза СПР, поэтому возникла необходимость применения специальных методов [5] применительно к агрегированным объектам, включающим механизмы и пневмогидравлические энергетические системы.

2. Модели систем потоко-распределения

В качестве обобщенной модели СПР будем рассматривать «управляющую систему» [6], объектом для которой объектом управления является РС, преобразуемая при передаче от одних элементов к другим. Типовыми элементами СПР являются: входы и выходы РС, аккумуляторы (накопители РС), движители, преобразователи свойств РС и параметров ее потоков, коммуникации, которые соединяют перечисленные выше элементы и коммутаторы – устройства распределением потоков РС в коммуникациях.

Структура систем описывается моделями графов [7], вершины которых соответствуют функциональным элементам, а ребра (дуги) – связывающим их коммуникациям. Среди вершин графа выделим группу «терминальных» вершин, которым соответствуют входы, выходы и аккумуляторы РС. Остальные вершины, будем называть промежуточными. Функции СПР состоят в РС между терминальными элементами и преобразовании свойств РС параметров потоков. Для описания функций СПР введем в рассмотрение терминальный орграф, вершины которого соответствуют терминальным элементам, а дуги отражают функции системы. Он является, строго говоря, псевдографом [7], т.е. может иметь петли и кратные дуги. Преобразования РС описываются значениями специальной логической переменной, принимающей значения в алфавите кодов Геделя [8]. Поясним это. Пусть свойства РС преобразуются при функционировании СПР в множестве $\Omega = (r_{1j}, r_{2j}, \dots, \omega_j, \dots, \omega_J)$ параметров по произвольному подмножеству параметров. Тогда любому преобразованию РС может быть поставлен в соответствие числовой код, определяемый соотношением Геделя $r_{fj} = 2^{r_{1j}} \cdot 3^{r_{2j}} \cdot 5^{r_{3j}} \cdot 7^{r_{4j}} \cdot 11^{r_{5j}} \cdot 13^{r_{6j}} \dots$, отражающий наличие ($\omega_j = 1$) или отсутствие ($\omega_j = 0$) преобразования ω_j j -го параметра, где J – число параметров.

Функциональная модель системы, которая отражает функциональные требования к СПР может быть представлена терминальным ориентированным псевдографом $G[V, Q]$, где V – множество терминальных вершин, Q – множество «красящих» дуг, смысл красящей дуги состоит в том, что при проходе по дуге поток окрашивается в цвет, соответствующий преобразованию РС. Коды цветов определяются приведенным выше соотношением Геделя. Поясним это на примере.

Пример. Пусть необходимо создать систему подачи РС с источником 1, двумя аккумуляторами 2 и 3 и потребителем 4. Преобразуемые параметры РС описываются булевыми переменными ω_1 , r_{12} и r_{13} . Система должна выполнять операции передачи и преобразования РС, показанные на матрице (рисунок 1) терминального графа, где операциям соответствуют дуги на диаграмме и ячейка в матрице. Например, подача РС из источника 1 в аккумулятор 2 с преобразованиями параметров r_{12} и r_{13} показана в матрице ячейкой (1,2), содержащей код 6.

	1	2	3	4
1		6	30	6
2		6	10	15
3		10	10	30
4				

Рис.1. Матрица терминального графа

Кроме функциональных требований в исходных данных на синтез должны содержаться критерии оценивания пригодности и выбора при синтезе вариантов [9], характеристики элементной базы и влияющие на структуру СПР ограничения, отражающие специфику создаваемых систем. В качестве критерия пригодности выступает условие выполнения системой операций, представленных в терминальном графе, что проверяется решением задачи структурно-функционального анализа [5]. Эта задача определения «окрашенных» путей в графе структуры [10] между терминальными вершинами. Каждой функции, представленной ячейкой терминальной матрицы должен соответствовать путь в графе структуры с совпадающим кодом преобразования. Критерии предпочтения и оптимальности формируются на основе характеристик графов структуры [2]. Модели элементов для синтеза структуры должны тоже быть представлены соответствующими выполняемым ими преобразованиям числовыми кодами.

Для определения момента завершения синтеза используется условие, формулируемое следующим образом. Матрица графа структуры в отличие от терминальной матрицы должна отражать связи между отдельными элементами, выполняющими элементарные преобразования. Формализованная трактовка этого требования состоит в том, что в ячейках матрицы графа

структуры должны размещаться коды элементов, а не сложные коды. Так, для гидравлической системы из примера допустим, что источником и потребителем являются входной и выходной коллекторы, аккумуляторами – гидравлические емкости, а функциональными элементами – преобразователи давления (насосы с кодом 2), температуры (теплообменники с кодом 3) и фильтры с кодом 5, коммутаторами являются клапаны, управляющие распределением потоков без их преобразования, поэтому имеют код 1. Поэтому матрица структуры должна в непустых ячейках содержать коды 1, 2, 3, 5 и только такие.

Для учета специфики физических преобразований и специфических ограничений могут быть введены условия реализуемости. Например, преобразователи, дающие при выходе различные значения параметров РС должны быть разделены по выходу коммутаторами. Примерами подобных ситуаций является параллельное включение различных насосов в гидравлических системах, редукторов в пневматических системах и т.п. Формализованная трактовка этого требования состоит в том, что коды разных преобразователей размещаются в разных столбцах матрицы структуры. Условие герметизации гидравлических емкостей, формализуется требованием отсутствия кодов преобразователей в строках и столбцах матрицы структуры, соответствующих терминальным вершинам. Кроме этих общих условий для различных классов систем существуют специфические условия реализуемости, вытекающие из физических закономерностей, нормативных требований, опыта предыдущего проектирования и эксплуатации, которые при влиянии на структуру тоже могут быть формализованы.

3. Процедуры синтеза

Исходной для синтеза структуры является модель в виде терминальной матрицы. Задача состоит в переходе к модели структуры путем равносильных преобразований. Равносильность проявляется в том, что процедуры синтеза сохраняют способность системы реализовывать заданные операции. Основной процедурой метода является введение промежуточных вершин. Ее смысл состоит в декомпозиции сложных функций преобразования до уровня функций элементов. Наглядное представление процедуры показано на матрицах преобразований (рисунок 2).

	<i>i</i>	<i>k</i>
<i>i</i>		30
<i>k</i>		

	<i>i</i>	<i>k</i>	<i>l</i>
<i>i</i>		30	2
<i>k</i>			
<i>l</i>		15	

	<i>i</i>	<i>k</i>	<i>l</i>	<i>m</i>
<i>i</i>			2	
<i>k</i>				
<i>l</i>		15		3
<i>m</i>		5		

Рис.2. Матричные преобразования синтеза

В этом случае функция с кодом 30 (матрица слева) заменяется последовательно на две функции с кодами 2 и 15 (матрица в центре), а затем функция с кодом 15 представляется произведением кодов 3 и 5 (матрица справа) с введением при каждом разделении функций промежуточных вершин. Исключаемые коды ячеек показаны курсивом. Из рисунка видно, что последняя матрица содержит лишь коды преобразователей.

Если в разных столбцах одной строки есть одинаковые сомножители кодов, то эти сомножители при введении промежуточных вершин попадают в одну ячейку и «склеиваются» как параллельные. Таким образом происходит минимизация схемы или резервирование, если это предусмотрено требованиями на синтез.

Для минимизации числа несмежных преобразователей, необходимо ввести последовательно две промежуточные вершины. Подобная процедура справедлива для произвольного числа смежных и не смежных преобразователей. Ясно, что приведенные процедуры синтеза могут выполняться множеством вариантов и получено множество схем.

На рисунке 3 приведен один из вариантов реализации схемы, реализующей минимальным числом преобразователей функциональные требования, рассмотренные в примере гидравлической системы.

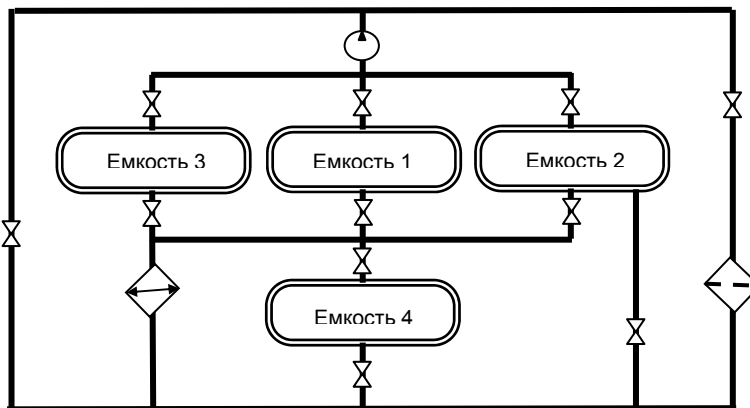


Рис. 3. Вариант синтезированной схемы

Заключение

Предложенный метод синтеза может быть использован для разработки автоматизированных систем проектирования соответствующих СПР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Месарович М., Такахара Я.. Общая теория систем. Математические основы. Изд. «Мир». М., 1978.
2. Цвиркун А.Д. Структура сложных систем. М.: «Сов.радио». 1975.
3. Владимиров Д.А., Булевы алгебры, « Наука». 1973.
4. Перекрестов А.В. Построение релейных схем гидроавтоматики. М.Л.: Энергия. 1963.
5. Голиков И.О., Гранкин Б.К. Структурные методы проектирования технологического оборудования. ВИКИ, СПб. 1994.
6. Яблонский С.В. Основные понятия кибернетики. В сб. Проблемы кибернетики, вып.2, М. 1959.
7. Харари Ф. Теория графов. Изд. «Мир». М. 1973.
8. Fefeman, S., (Ed.), Kurt Godel Collected works, Vol. 1: Publications 1929-1936, Oxford University Press, Inc., NYC, p. 25, 1986.
9. Резников Б.А. Системный анализ и методы системотехники. МО СССР, 1990.
10. Кристофидес Н. Теория графов. Алгоритмический подход. М: Мир 1978.

Лысенко И.В., Птушкин А.И.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБОСНОВАНИЯ ОБЪЕМА
ИНВЕСТИЦИЙ В МОДЕРНИЗАЦИЮ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ**

Введение

Первичным объектом модернизации, под которой понимается изменение, отвечающее современным требованиям [1], является действующее оборудование объектов сложного технического комплекса (СТК). Модернизируемый СТК будем представлять как совокупность некоторых объектов, включающих в себя несколько видов оборудования, на котором проводятся работы по модернизации (рисунок 1). Каждая из этих работ или некоторая их часть может быть выполнена различными способами. Непременным требованием к процессу модернизации является достижение заданных результатов при минимальных издержках. Для разработки оптимальных в этом смысле планов финансового обеспечения процесса модернизации СТК необходимо знать, какой эффект будет получен от той или иной суммы вложений в работы по модернизации, т.е. к какому изменению показателей качества функционирования СТК приведет их выполнение. Функцию, характеризующую эти изменения, назовем функцией чувствительности показателей качества функционирования СТК к вложению средств на их модернизацию или, для краткости, функцией отклика.

В процессе мониторинга СТК [2] можно определить перечень работ на каждом виде оборудования объектов, входящих в его состав, в результате выполнения которых могут быть улучшены показатели качества функционирования СТК. Каждая из таких работ должна характеризоваться затратами на ее проведение и вкладом в улучшение (ухудшение) названных показателей. Эта информация может быть использована в качестве исходных данных для последовательного определения соответствующих функций отклика показателей качества функционирования СТК на проведение модернизации отдельных видов оборудования, объектов, входящих в состав СТК, и СТК в целом. Полученные функции отклика в свою очередь являются исходным материалом для решения задачи определения оптимального объема работ по модернизации СТК, обеспечивающего требуемые значения показателей качества его функционирования при минимальных затратах. Рассмотрим последовательно математические постановки и алгоритмы решения задач определения функций отклика и оптимального объема работ по модернизации СТК.

1. Математическая постановка задачи определения функций отклика

Обозначим:

I – количество модернизируемых объектов СТК;

J_i – количество видов оборудования в i -ом объекте СТК;

K_{ij} – количество возможных мероприятий (работ), направленных на модернизацию j -го вида оборудования i -го объекта СТК;

V_{ijk} – количество вариантов выполнения k -ой работы по модернизацию j -го вида оборудования i -го объекта СТК;

L – количество показателей качества функционирования СТК.

Исходные данные для решения задач определения функций отклика отдельных видов оборудования целесообразно представить совокупностью таблиц, построенных для каждого вида оборудования и имеющих структуру, подобную структуре таблицы 1. В таблице 1 работы по модернизации и варианты их выполнения упорядочены в порядке возрастания стоимости их выполнения и приняты следующие обозначения:

r_{ijk} – условное наименование k -ой работы ($k = \overline{1, K_{ij}}$) по модернизации j -го вида оборудования ($j = \overline{1, J_i}$) i -го объекта СТК ($i = \overline{1, I}$);

c_{ijkv} – затраты на выполнение v -го варианта ($v = \overline{1, v_{ijk}}$) ijk -ой работы по модернизации СТК;

$\Delta\pi_{ijk}^\lambda$ – приращение λ -ого показателя качества функционирования СТК ($\lambda = \overline{1, L}$) за счет выполнения k -ой работы по модернизации j -го вида оборудования i -го объекта СТК.

Суммарное изменение показателей качества функционирования ij -го вида оборудования является некоторой функцией частных приращений этих показателей за счет выполнения ijk -работ по модернизации.

$$\Delta\pi_{ij}^\lambda = f_{\lambda ij}(\Delta\pi_{ij1}^\lambda, \Delta\pi_{ij2}^\lambda, K, \Delta\pi_{ijk}^\lambda, K, \Delta\pi_{ijK_{ij}}^\lambda). \quad (1)$$

Функция (1) часто является аддитивной. Например, это имеет место для таких широко используемых показателей как эксплуатационные расходы или интенсивность отказа агрегата с последовательной структурной схемой надежности. В этом случае функция (1) примет вид:

$$\Delta\pi_{ij}^\lambda = \sum_{k=1}^{K_{ij}} \Delta\pi_{ijk}^\lambda$$

Таблица 5

Исходные данные для решения задачи определения функций отклика отдельных видов оборудования

Перечень работ	Стоимость выполнения работ	Приращение показателя качества				
		$\Delta\pi^1$	π	$\Delta\pi^\lambda$	π	$\Delta\pi^L$
r_{ij1}						
r_{ij11}	c_{ij11}	$\Delta\pi_{ij1}^1$	π	$\Delta\pi_{ij1}^\lambda$	π	$\Delta\pi_{ij1}^L$
π						
$r_{ij1v_{ij1}}$	$c_{ij1v_{ij1}}$	$\Delta\pi_{ij1v_{ij1}}^1$	π	$\Delta\pi_{ij1v_{ij1}}^\lambda$	π	$\Delta\pi_{ij1v_{ij1}}^L$
π	π	π	π	π	π	π
r_{ijk}						
r_{ijk1}	c_{ijk1}	$\Delta\pi_{ijk1}^1$	π	$\Delta\pi_{ijk1}^\lambda$	π	$\Delta\pi_{ijk1}^L$
π	π	π		π		π
$r_{ijkv_{ijk}}$	$c_{ijkv_{ijk}}$	$\Delta\pi_{ijkv_{ijk}}^1$	π	$\Delta\pi_{ijkv_{ijk}}^\lambda$	π	$\Delta\pi_{ijkv_{ijk}}^L$
π	π	π	π	π	π	π
$r_{ijK_{ij}}$	$c_{ijK_{ij}}$	$\Delta\pi_{ijK_{ij}}^1$	π	$\Delta\pi_{ijK_{ij}}^\lambda$	π	$\Delta\pi_{ijK_{ij}}^L$

Тогда, для решения задач определения функций отклика СТК на модернизацию отдельных видов оборудования, объектов, в состав которых оно входит, а также совокупности этих объектов может быть применен метод динамического программирования [3].

Названные задачи решаются последовательно: сначала определяются функции отклика, характеризующие чувствительность показателей качества функционирования СТК к модернизации отдельных видов оборудования, а затем на основе этих данных – к модернизации отдельных объектов и, наконец, суммарная функция отклика. Сформулируем эти задачи.

В случае наличия в перечне работ по модернизации ij -го вида оборудования альтернативных вариантов показатели качества функционирования СТК и ограничения на ресурсы, выделяемые на модернизацию, должны быть записаны в виде:

$$\Delta\pi_{ij}^\lambda = \sum_{k=1}^{K_{ij}} \Delta\pi_{ijk}^\lambda (x_{ijk1}^\lambda c_{ijk1} + K x_{ijkv}^\lambda c_{ijkv} + K + x_{ijkv_{ijk}}^\lambda c_{ijkv_{ijk}})$$

$$\forall \lambda, i, j, k, v \quad x_{ijkv}^\lambda \in \{0,1\}, \sum_{v=1}^{v_{ijk}} x_{ijkv}^\lambda \in \{0,1\},$$

$$\sum_{k=1}^{K_{ij}} (x_{ijk1}^{\lambda} c_{ijk1} + K x_{ijkv}^{\lambda} c_{ijkv} + K + x_{ijkv_{ijk}}^{\lambda} c_{ijkv_{ijk}}) \leq C_{ij}$$

где C_{ij} – возможное количество средств выделяемых на модернизацию j -го вида оборудования i -го объекта СТК.

В этом случае первая задача может быть сформулирована следующим образом.

Задача 1.

Дано: зависимости $\Delta\pi_{ijkv}^{\lambda}(C_{ijkv})$, представленные таблично.

Найти:

для $\forall i = \overline{1, I}, j = \overline{1, J_i}, l = \overline{1, L}$ и $C_{ij} = c_{ij}^{\min}, c_{ij}^{\min} + \Delta c_{ji}, c_{ij}^{\min} + 2\Delta c_{ij}, K, c_{ij}^{\max}$

$$\overrightarrow{x_{ij}^{\lambda}} = \underset{\overrightarrow{x_{ij}^{\lambda}}}{\operatorname{argmax}} \sum_{k=1}^{K_{ij}} \Delta\pi_{ijk}^{\lambda} (x_{ijk1}^{\lambda} c_{ijk1} + K + x_{ijkv}^{\lambda} c_{ijkv} + K + x_{ijkv_{ijk}}^{\lambda} c_{ijkv_{ijk}}),$$

при условии, что

$$\sum_{k=1}^{K_{ij}} (x_{ijk1}^{\lambda} c_{ijk1} + K + x_{ijkv}^{\lambda} c_{ijkv} + K + x_{ijkv_{ijk}}^{\lambda} c_{ijkv_{ijk}}) \leq C_{ij},$$

где $\overrightarrow{x_{ij}^{\lambda}} = [\langle x_{ij11}^{\lambda}, x_{ij12}^{\lambda}, K, x_{ij1v_{j1}}^{\lambda} \rangle, K, \langle x_{ijK_{j1}}^{\lambda}, x_{ijK_{j2}}^{\lambda}, K, x_{ijK_{jv_{jK_{j1}}}}^{\lambda} \rangle]^T$ – вектор, характеризующий оптимальный объем работ по модернизации j -го вида оборудования i -го объекта при выделении для этой цели ассигнований в размере C_{ij} . Каждому элементу x_{ijkv}^{λ} , равному 1, соответствует работа $rijk_{kv}$, элементы x_{ijkv}^{λ} , равные нулю, указывают на то, что соответствующие им работы $rijk_{kv}$ нецелесообразно выполнять при данном уровне финансирования C_{ij} ;

Δc_{ij} – точность распределения средств по работам плана модернизации j -го вида оборудования i -го объекта;

$$c_{ij}^{\min} = \min_k \min_v c_{ijkv}, c_{ij}^{\max} = \sum_k \max_v c_{ijkv}, v = \overline{1, v_{ijk}}.$$

Так как задача решается для спектра значений C_{ij} , то в результате ее решения получим не только оптимальный объем работ по модернизации j -го вида оборудования i -го объекта, но и дискретную функцию $\Delta\pi_{ij}^{\lambda}(C_{ij})$, характеризующую чувствительность показателя качества функционирования i -го объекта к вложению средств на модернизацию j -го вида оборудования. Эта функция используется при решении следующей задачи: определение функции отклика показателя качества функционирования СТК на оптимальное вложение средств в модернизацию его объектов.

Задача 2.

Дано: зависимости $\Delta\pi_{ij}^{\lambda}(C_{ij})$, полученные в результате решения первой задачи.

Найти: для $\forall i = \overline{1, I}, l = \overline{1, L}$ и $C_i = c_i^{\min}, c_i^{\min} + \Delta c_{ji}, c_i^{\min} + 2\Delta c_i, K, c_i^{\max}$

$$\overrightarrow{c_i^l} = \underset{c_{ij}}{\operatorname{argmax}} \sum_{j=1}^{J_i} \Delta\pi_{ij}^{\lambda}(C_{ij})$$

при условии, что $\sum_{j=1}^{J_i} c_{ij} \leq C_i$,

где C_i – возможное количество средств выделяемых на модернизацию i -го объекта СТК;

$\overrightarrow{c_i^l} = [c_{i1}^l, c_{i2}^l, K, c_{iJ_i}^l]^T$ – вектор, элементы которого характеризуют оптимальный объем работ по модернизации i -го объекта СТК;

$$c_i^{\min} = \min_j \min_k c_{ijk}, c_i^{\max} = \sum_{j=1}^{J_i} \max_k c_{ijk}$$

Δc_{ji} – точность распределения средств на модернизацию i –го объекта СТК по видам оборудования.

Задача 3 формулируется как одноиндексная задача 2 (только относительно индекса i). Поэтому, для краткости, опустим ее математическое описание.

3. Алгоритмы решения задач

Алгоритмы решения сформулированных задач основаны на использовании соответствующих им функциональных уравнений Беллмана.

Для первого шага решения задачи 1 уравнение Беллмана имеет вид:

$$\Delta P_{ij1}^l(\xi_{ij1}) = \Delta \pi_{ij1}^l(c_{ij}^{\min}), \quad \forall \xi_{ij1} < c_{ij}^{\min} \quad \Delta \tilde{P}_{ij1}^l(\xi_{ij1}) = 0, \quad (2)$$

а для последующих

$$\Delta P_{ijk}^l(\xi_{ijk}) = \max_{\langle x_{ijk1}^l, x_{ijk2}^l, \dots, x_{ijkv_{ijk}}^l \rangle \in X_{ij}^l} (\Delta \pi_{ijk}^l(\sum_{v=1}^{v_{ijk}} x_{ijkv}^l c_{ijkv}) + \Delta P_{i,j,(k-1)}^l(\xi_{ijk} - \sum_{v=1}^{v_{ijk}} x_{ijkv}^l c_{ijkv})), \quad (3)$$

$$\sum_{\rho=1}^k \sum_{v=1}^{v_{ijk}} x_{ij\rho v}^l c_{ij\rho v} \leq \xi_{ijk}, \quad \xi_{ijk} = 0, c_{ij}^{\min} + \Delta c_{ij}, c_{ij}^{\min} + 2\Delta c_i + K + \sum_{\rho=1}^k \max_v c_{ij\rho v}, \quad k = \overline{2, K_{ij}}, \quad (4)$$

где $P_{ijk}^l(\xi_{ijk})$ – максимальное значение показателя оптимальности при выполнении k работ по модернизации j – го вида оборудования на i – ом объекте;

X_{ij}^l – множество $(v_{ijk} + 1)$ кортежей из v_{ijk} элементов, которые имеют следующую структуру: все элементы первого кортежа равны 0, у второго кортежа первый элемент равен 1, а остальные 0, у третьего – второй элемент равен 1, а остальные 0, у $(v_{ijk} + 1)$ – v_{ijk} – й элемент равен 1, а остальные 0. Например, если $v_{ijk} = 3$, то $X_{ij}^l = \{ \langle 0, 0, 0 \rangle, \langle 1, 0, 0 \rangle, \langle 0, 1, 0 \rangle, \langle 0, 0, 1 \rangle \}$. Результаты вычислений по формулам (2,3,4) и соответствующие им условно оптимальные кортежи для каждого вида оборудования представляют собой функции отклика показателей качества функционирования отдельных видов оборудования на проведение работ по их модернизации при оптимальном использовании выделенных для этой цели средств.

Функциональные уравнения Беллмана, необходимые для построения функции отклика для объектов СТК в задаче 2 имеют вид:

$$\Delta P_{i1}^l(\xi_{i1}) = \Delta \pi_{i1}^l(\xi_{i1}), \quad \xi_{i1} = 0, c_{i11}, c_{i11} + \Delta c_i, c_{i11} + 2\Delta c_i, K, \sum_{j=1}^{J_1} c_{ijK_{ij}}, \quad (5)$$

$$\Delta P_{ij}^l(\xi_{ij}) = \max_{c_{ij} \in C_{ij}} (\Delta \pi_{ij}^l(c_{ij}) + \Delta P_{i,j-1}^l(\xi_{ij} - c_{ij})), \quad (6)$$

$$\xi_{i1} = 0, c_{ij1}, c_{ij1} + \Delta c_i, c_{ij1} + 2\Delta c_i, K, \sum_{v=1}^j \sum_{k=1}^{K_{ij}} c_{ivk}, \quad j = \overline{2, J_i}. \quad (7)$$

По формулам (5–7) вычисляются функции отклика показателей качества функционирования объектов СТК на проведение работ по модернизации их оборудования при оптимальном для этой цели распределении средств.

Условно-оптимальные значения средств, выделяемых на модернизацию j -го вида оборудования i -го объекта, определяется по формуле

$$c_{ij}(\xi_{ij}) = \operatorname{argmax}_{c_{ij} \in C_{ij}} (\Delta \pi_{ij}^l(c_{ij}) + \Delta P_{i,j-1}^l(\xi_{ij} - c_{ij})).$$

Задача 3.

Функциональные уравнения Беллмана для этой задачи аналогичны с точностью до индексации уравнениям, которые были записаны для задачи 2.

Знание полученных функций отклика позволяет решить задачу оптимального использования средств, выделяемых на модернизацию СТК. Для этого необходимо выполнить, так называемый обратный ход алгоритма динамического программирования [3], в результате выполнения которого сначала получим оптимальное распределение средств по видам оборудования, а затем оптимальный перечень работ по его модернизации.

4. Пример решения задачи

Изложенная методика была применена для обоснования программы модернизации одной из теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Обследование технического состояния и энергетический аудит оборудования ТЭЦ показал, что имеются существенные резервы повышения ее экономичности за счет модернизации оборудования. Наиболее существенный эффект, связанный со снижением

эксплуатационных расходов, может быть получен при реализации работ по модернизации на системах циркуляционного охлаждения конденсаторов турбин, установках химводоподготовки и котлоагрегатах. Экономические показатели предложенных работ и вариантов их выполнения, являющиеся исходными данными для решения задачи 1, приведены в таблице 2.

Таблица 2

Исходные данные для решения задачи 1

Обозначение и наименование работ и вариантов их выполнения	Обозначение вариантов выполнения работ	Стоимость выполнения вариантов работ, млн. руб.	Годовая экономия, млн. руб. год
1. Система циркуляционного охлаждения конденсаторов турбин			
1.1. Устранение паразитных перетечек в отводах трубопровода циркуляционной воды	x_{111}	0,5	1,6
1.2. Уменьшение номинальной подачи центробежных насосов:			
1.2.1. Обточка рабочих колес	x_{121}	1,0	2,5
1.2.2. Установка регулятора частоты вращения.	x_{122}	4,0	3,3
2. Установка химводоподготовки			
2.1. Строительство станции очистки и возврата конденсата	x_{211}	3,0	0,7
2.2. Применение новых методов коррекционной обработки питательной и котловой воды:			
2.2.1. Применение реагента П-2	x_{221}	4,0	1,4
2.2.2. Применение реагента «Хеламин»	x_{222}	5,0	1,6
2.3. Внедрение новых установок по обессоливанию воды:			
2.3.1. Термического обессоливания	x_{231}	11,0	3,8
2.3.2. На основе использования явления обратного осмоса	x_{232}	15,0	4,3
3. Котлоагрегаты			
3.1. Установка распылительных головок механических форсунок по ОСТ 108.836.03.80	x_{31}	5,0	4,2
3.2. Установка кислородомера с регулирующим комплексом типа АКГ	x_{32}	6,0	3,6
3.3. Установка на мазутном хранилище теплообменников типа «труба в трубе»	x_{33}	9,0	4,8
3.4. Внедрение газоимпульсной очистки внутренней поверхности топки	x_{34}	16	8,8

Результаты решения задачи, для наглядности, представлены графически: на рисунках 2 а, б и в – функции отклика для каждого вида оборудования, на рисунке 2 г – функция отклика для ТЭЦ в целом.

Предположим, что на модернизацию ТЭЦ может быть выделено 51,5 млн. руб. Тогда, следуя изложенному алгоритму, получим, что, выполнив на эту сумму работы по модернизации ТЭЦ, можно обеспечить ежегодную экономию в размере 29 млн. руб., если эти средства будут распределены следующим образом: на модернизацию котлоагрегатов – 36 млн.руб., на оборудование химводоподготовки – 14 млн. руб. и на систему охлаждения конденсаторов турбин – 1,5 млн. руб. При этом программа модернизации ТЭЦ должна включать в себя следующий комплекс работ:

- на котлоагрегатах необходимо выполнить все работы, предусмотренные п.3 таблицы 4;
- на оборудовании химводоподготовки - работы по строительству станции очистки и возврата конденсата от оборудования топливоподачи стоимостью 3 млн. руб. и монтажу установок по термическому обессоливанию воды стоимостью 11 млн. руб.;
- на системе охлаждения конденсаторов турбин - работы по устранению паразитных перетечек и обточке рабочих колес эксплуатируемых насосов стоимостью 0,5 и 1,0 млн. руб. соответственно.

В случае, когда на модернизацию ТЭЦ будет выделяться 20,5 млн. руб., максимально возможная годовая экономия составит 14,7 млн. руб. Оптимальная программа модернизации ТЭЦ, соответствующая этому уровню финансирования, должна предусматривать выполнение следующих работ:

- на котлоагрегатах - установка более совершенных распылительных головок механических форсунок (ОСТ 108.836.03-80) и установка на мазутном хранилище теплообменников типа «труба в трубе» общей стоимостью 14 млн. руб.;

- на оборудовании химводоподготовки только работы по внедрению реагента «Хеламин» стоимостью 5 млн. руб.;

- на системе охлаждения конденсаторов турбин те же работы, что и в предыдущем случае стоимостью 1.5 млн.руб.

Рисунок 2 иллюстрирует рассмотренные примеры. Он также наглядно показывает, как изменяется чувствительность рассматриваемого показателя экономической эффективности к объему финансирования работ по модернизации. В данном случае с ростом объема финансирования она уменьшается. Так вложение первых 20 млн. руб. обеспечивает годовую экономию в размере 14 млн. руб., вторых – в размере 10 млн. руб., а третьих – только 6 млн. руб.

На основе знания функций отклика можно решать не только задачи оптимального распределения единовременно выделяемых средств, но и задачи распределения средств по годам таким образом, чтобы суммарный эффект за N лет был бы максимальным.

Заключение

В заключение отметим полезные особенности предложенного метода, выгодно отличающие его от других методов расчета ЗИП.

Во-первых, можно доказать, что полученное решение действительно является наилучшим.

Во-вторых, возможность получения спектра решений позволяет обосновать размер потребных инвестиций для модернизации СТК и оптимально распределить выделенные средства между участниками этого процесса.

В-третьих, необходимо отметить еще одну особенность изложенного метода: он гарантирует нахождение абсолютного, а не локального экстремума, если задача многоэкстремальна и, кроме того, позволяет найти все множество решений задачи, при которых имеет место один и тот же экстремум. Наличие таких вариантов позволяет привлечь к рассмотрению дополнительные показатели качества модернизации.

И, наконец, в четвертых. Метод позволяет производить распараллеливание вычислений, что может оказаться чрезвычайно полезным при решении крупномасштабных задач.

Таким образом, изложенная методика позволяет получить богатый материал для обоснования и принятия решения об объеме инвестиций в модернизацию СТК и режиме финансирования работ, выполняемых на его объектах и оборудовании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бочков А.П., Гасюк Д.П., Филюстин А.Е. Модели и методы управления развитием технических систем. СПб.: Изд-во «Союз», 2003.
2. Бармин И.В., Юсупов Р.М., Прохорович В.Е., Птушкин А.И. Концепция управления состоянием сложных технических комплексов за пределами плановых сроков эксплуатации // информационные технологии. 2000. №5.
3. Беллман Р., Дрейфус С. Прикладные задачи динамического программирования. Пер. с англ. под ред. А.А. Первозванского. М.: Изд-во "Наука", 1965.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ

Александров В.В., Александрова В.В., Зайцева А.А., Хурс С.П.

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН,
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 3D ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Введение

Скульптуры, полотна художников, проекты архитекторов, дизайнерские и режиссерские работы – это разные формы модельного отражения окружающего мира. Творческий процесс поиска новых средств, описания законов природы и социальной организации общества вызывает прогресс технологий, которые, в свою очередь, активизируют и интенсифицируют творческий поиск.

Развитие цифровых технологий привело к возможности сканирования объемных трехмерных объектов, компьютерного 3D моделирования, которое опирается на психофизиологические творческие свойства разума (фантазмы) при воспроизводстве твердотельных пространственных объектов. Скульптуры, конструкторские детали, различные предметы выращиваются, собираются в единое целое, в отличие от традиционной технологии «отсечения лишнего» [1]. Это явный качественный скачок промышленной цифровой технологии когнитивного программирования объемного компьютерного моделирования. В отличие от традиционных методов программирования, опирающихся на специфические языки и операционную систему компьютера, когнитивное программирование опирается на развитый интерфейс цифровых технологий, перенося неформализуемый творческий процесс в цифровую форму протоколов и форматов. Если коротко, когнитивное программирование – это цифровая реализация творческого процесса (мира воображения – фантазмов).

На рисунке 1 приведены структурные составляющие цифровой технологии объемного когнитивного программирования сложных пространственных форм. Каждая из этих составляющих имеет собственную технологическую специфику оборудования (hardware). Его высокая, на сегодняшний день, стоимость, казалось бы, ограничивает применение 3D принтеров и 3D сканеров. Проблема же скорее в профессиональной специфике интеграции и совместимости программных интерфейсных продуктов для 3D сканирования, объектного когнитивного программирования (творческий процесс) и построения сложных объемных пространственных форм на 3D принтере, учитывающих специфику твердотельного воспроизводства.

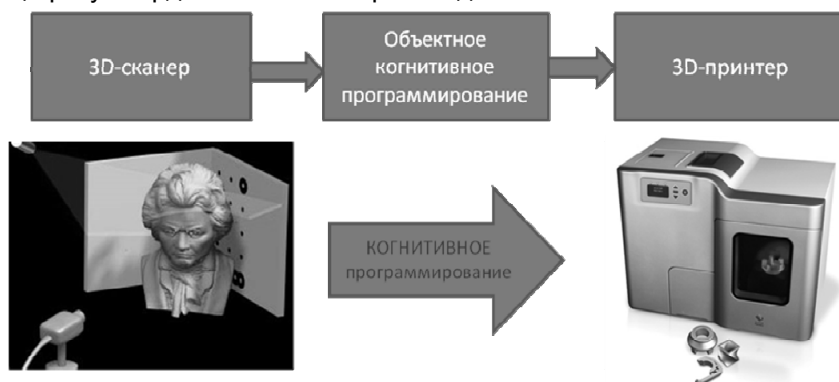


Рис. 1. Концептуальная схема системы когнитивного программирования

Несмотря на универсальность структуры, для каждого типа технологического воспроизводства конечного результата возникает проблема взаимной адаптации оборудования. В этой технологической цепочке (рисунок 1) важно соблюдать эквивалент разрешающей способности. Например, при трехмерном сканировании в зависимости от возможностей и разрешения 3D сканеров и 3D принтеров возникает проблема точного воспроизведения сканируемого прототипа.

1. Обзор технологий быстрого прототипирования

3D принтеры воспроизводят твердотельные сложные пространственные формы из различных материалов, таких как пластик, порошки металла, керамики, фотополимерные и био- материалы и др. В основе любого из способов 3D печати лежит принцип послойного выращивания твердотельного объекта. Производители 3D принтеров постоянно расширяют их технологические и функциональные

возможности [2,3]: печать одновременно формы и содержания, например, корпуса и электронной «начинки» различных электронных устройств.

При создании прототипа изделия необходимы следующие этапы:

1. Разработка твердотельной модели программно или 3D сканированием. Основная проблема состоит в соблюдении требований к замкнутости поверхностных контуров. Необходима интерфейсная поддержка соответствия формы и свойств разрабатываемой модели и используемого программного обеспечения.

2. Экспорт 3D-модели в стандартные форматы для 3D-печати, такие как STL, WRL (VRML), PLY, 3DS и ZPR, при помощи различного программного обеспечения, такого как 3D Studio Max®, MicroStation®, 3DStudio Viz®, Mimics®, Alias®, Pro/ENGINEER, AutoCAD® или Raindrop GeoMagic®, SolidWorks®, Rapidform® и другие.

3. Адаптация программной модели к специфическим свойствам твердотельного копирования: разбиение на слои в поперечном сечении (при этом толщина каждого слоя соответствует разрешающей способности оборудования по z-координате); построение системы поддержки на элементы, крепление которых происходит в верхних слоях.

4. Послойная печать физического прототипа.

Основные характеристики существующего оборудования для быстрого прототипирования сведены в таблицу 1, которая позволяет классифицировать 3D-принтеры по ограничениям, связанным с технологией печати, и по быстродействию.

Таблица 1

Сравнительные характеристики технологий трехмерной печати

	Лазерная технология печати			Струйная технология печати		
	Стереолито-графия SLA	Лазерное спекание SLS	Ламинирование LOM	Послойное наложение расплавленной нити FDM	Полимеризация под действием ультрафиолета (технологии MJM, PolyJet, DODJet)	Спекание порошка
Фирма–производитель оборудования	3D Systems	3D Systems	Interlitek	Stratasys	3DSysyems (MJM); Object Geometries (PolyJet); Solidscape (DODJet).	ZCorporation
Моделирующий материал	фотополимер	Порошок легкосплавного пластика, металла, керамики	Тонкие листы пластика, керамики, металлическая фольга	ABS – термопластик	Фотополимерный пластик различных типов и цветов	Полимерный порошок
Толщина печатного слоя, мм	0,02–0,15	0,08–0,15	0,168	0,178–0,33	Порядка 0,016	0,089–0,203
Скорость печати	3,5–5 мм/час	10–15 мм/час	–	0,127–0,33 мм/мин	До 20мм в час	2–4 слоя в минуту
Формат входного файла печати	STL, SLC	STL	STL	STL	STL, ODL и SLC	STL, VRML, PLY, 3DS, ZPR
Максимальный объем объекта при печати, мм	650×750×550	550×550×750	160×201×135	914×609×914	500×400×200	203×254×203, 254×381×203

2. Области применения и перспективы развития

Несмотря на то, что на данный момент наблюдается повышенный интерес к технологии 3D репликации (основной всплеск количества публикаций по этой теме наблюдался в 2005–2007 годах, например [4,5]), основное ее развитие идет по пути развития аппаратных средств, повышения разрешающей способности 3D принтеров и 3D сканеров.

При этом точности построения (восстановления) виртуального объекта уделяется меньше внимания, несмотря на то, что данный этап является связующим между получением множества вокселей (точек в трехмерном пространстве) и формированием «твердой копии» объекта.

Проблема состоит в различии технологий представления элементарных точек при сканировании и печати, что соответственно порождает различные способы представления данных, получаемых со сканера и требующихся для работы принтеру.

Отсканированный объект формируется путем последовательного замера расстояний от сканирующей головки до объекта, что формирует множество точек, принадлежащих поверхности объекта (облако точек). При этом в это множество не попадают точки, оказавшиеся в «теневой области» то есть оказавшиеся на пути сканирующего луча и закрытые другими фрагментами сканируемого объекта, а также точки, определяющие локальные особенности поверхности, но не учтенные в связи с ограниченной разрешающей способностью сканирующей системы [4].

В свою очередь, принтер требует для работы входные данные, представленные в формате STL (расшифровывается как STereoLithography), представляющем список треугольных граней, описывающих его поверхность. STL – это «мозаичный» формат, в котором для представления формы цифровой 3D-

модели используется последовательность треугольников (фасетов). Трехмерная геометрия в ведущих 3D CAD-системах описывается поверхностями высокого порядка, а при триангуляции поверхность модели разбивается на маленькие треугольники. Каждый фасет описывается четырьмя наборами данных: координаты XYZ каждой из трех вершин и нормальный вектор, который описывает ориентацию фасета.

На рисунке 2 приведена визуализация трехмерных объектов в формате STL: сетка из треугольников определяет контуры объекта, с наложенной на них текстурой, которая отражает «реальный» вид объекта.

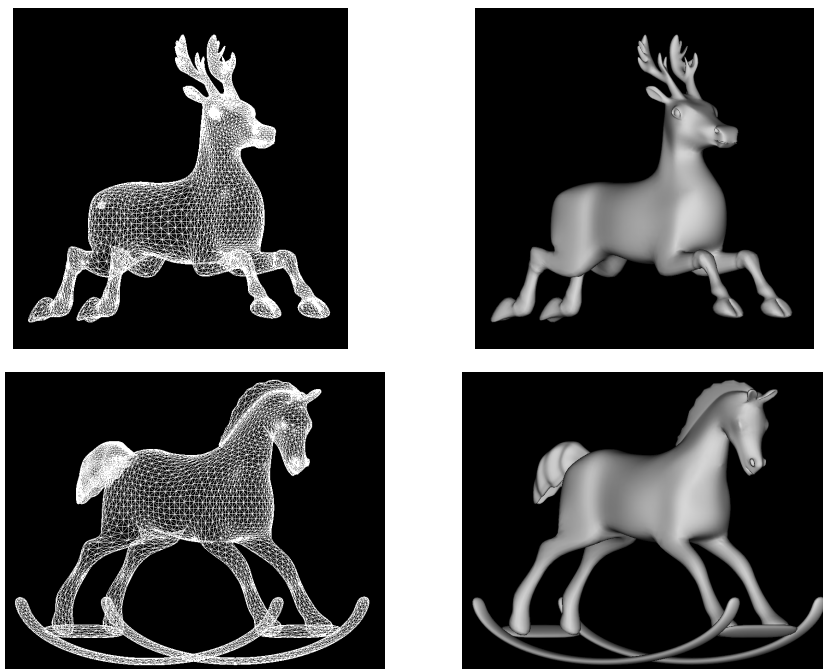


Рис. 2. Визуализация трехмерных объектов в формате STL

Процесс перевода описания виртуального 3D-объекта, представленного в виде множества вокселей, принадлежащих его поверхности в описание поверхности в виде треугольных граней схож с задачей векторизации изображения и не всегда может дать однозначный и удовлетворительный результат.

С учетом описанных сложностей можно выделить следующие области научной, экономической и художественной деятельности человека, в которых использование систем когнитивного программирования обосновано и актуально:

- творчество (скульптура, архитектура, ландшафты, светозвуковые лазерные инсталляции);
- промышленное производство (оптимизация стоимости энергетики, разработка новых видов технологии, судо- и кораблестроение, космическая промышленность, робототехника, высокоточные производства);
- живые организмы и биотехнические системы (воспроизводство биологических объектов, реплицирование, виртуализация – томография, лазерное, радарное сканирование трехмерного видения объекта).

Заключение

Цифровые технологии 3D прототипирования совместно с когнитивным программированием открывают уникальные возможности воспроизведения – «печати» сложнейших пространственных форм и механизмов, например, деталей автомобиля. Реализация этих возможностей связана с цифровой технологией управления материальными частицами в объемной среде принтера, где и осуществляется полимеризация, определяющая свойства воспроизводимого объекта. Для эффективной работы необходимо согласование компьютерной модели через универсальный язык с промышленной технологией 3D воспроизводства. Инновационно решается и сложнейшая проблема архитектурного макетирования.

По примеру развития систем трехмерного компьютерного моделирования пространственных объектов, в которых постоянно обновляется палитра инструментов, для каждого направления промышленных 3D принтеров необходимо разрабатывать программные прототипы воспроизводства типовых объемных форм. При этом возникает потребность в разработке интерфейсных программ взаимодействия между компьютерным моделированием объектов с их реализацией (в рамках системы объектного когнитивного программирования) и реализация унифицированного процесса трехмерного моделирования при прохождении всех стадий от сканирования трехмерных объектов до получения

конкретного образца технологией цифрового прототипирования. Экономическая эффективность такой технологии в ее принципиальной безотходности и низкой себестоимости массового производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров В.В., Сарычев В.А. Цифровые программируемые технологии. – Журн. «Информационно-измерительные и управляющие системы», №11, т.8, 2010. С. 3–9.
2. Татарников О. Атака клонов! 3D-сканирование и трехмерная печать // Журн. «Компьютерпресс», №7, 2003. С. 9–14.
3. Афанасьев К. 3D-принтеры. URL: <http://www.3dnews.ru/peripheral/3d-print/print/>
4. Boppana V. Chowdary, Divesh R. Sahatoo, Raj Bhatti. Some STL File Generation Issues in Rapid Prototyping // Fifth LACCEI International Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2007) "Developing Entrepreneurial Engineers for the Sustainable Growth of Latin America and the Caribbean: Education, Innovation, Technology and Practice", 29 May, 1 June 2007, Tampico, México.
5. Гладков В.И., Кулагин В.В., Круглов С.М. Создание технологических систем оперативной подготовки производства новой техники на базе современных средств быстрого прототипирования. // Известия Московского государственного технического университета «МАМИ», Изд-во Московский государственный технический университет «МАМИ», 2008. С. 169–175.

Заболотский В.П., Нестеров М.Ф., Кондратьев В.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ
СО СЛУЖБОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**

Любая организация, вне зависимости от ее конкретного назначения, может быть описана с помощью ряда параметров, среди которых главными являются: цели организации, ее организационная структура, внешняя и внутренняя среда, совокупность ресурсов, нормативная и правовая основа, специфика процесса функционирования, система социальных и экономических отношений и, наконец, организационная культура. Целенаправленное функционирование организации достигается применением соответствующей системы управления, которая, в первую очередь, является объектом исследования.

Математические модели систем управления предприятием описаны достаточно подробно в литературе [1,2,4,7]. В последнее время появляется много исследований методологий организационного обеспечения службы информационной безопасности, представленной в понятиях семейств международных стандартов [9].

Один из факторов упрощения – это исключение всех служб предприятия, косвенно влияющих на принимаемые решения. Например, выполнение требования служб информационной безопасности (СИБ) может ограничивать как пространство возможных решений, так и скорость их принятия. Однако наличие таких служб на предприятии и их влияние на принятие управленческих решений в настоящее время слабо учитывается при моделировании организационной структуры предприятия. Поэтому одной из проблем повышения эффективности управления организации со службой информационной безопасности является разработка и исследование математических моделей таких организаций.

Математическая модель представляет собой совокупность математических выражений, отражающих существенные для исследования свойства моделируемого объекта. Соответственно, математическое моделирование – это один из процессов построения и оперирования формализованной моделью с целью получения информации о моделируемом объекте [3].

По сравнению с другими видами моделирования математическое моделирование, как метод исследования, обладает следующими преимуществами:

- универсальностью, обусловленной свойствами математики как средства описания и метода исследования объектов окружающего мира;
- практическим отсутствием ограничений на применение, так как математическое моделирование пригодно для исследования любых объектов;
- высокой адаптивностью и вариабельностью, т. е. возможностью внесения требуемых изменений в модель при необходимости;
- возможностью проведения исследований на критических режимах, недопустимых на материальных моделях.

Преимущества математического моделирования стали особенно заметны с появлением вычислительной техники. Компьютерное моделирование позволило решать многие задачи исследований, которые по уровню сложности и затратам на их решение не могли быть решены другими методами. К таким задачам относятся задачи управления сложными организационными системами и исследования в них информационных процессов. Поэтому математическое моделирование является универсальным методом исследования в теории управления.

Методы моделирования могут быть классифицированы по характеристикам моделируемого объекта, отражаемые в модели. Так как основными характеристиками систем являются их структура и поведение (функционирование), то при учете влияния службы информационной безопасности (ИБ) на предприятии необходимо использовать все виды структурного и функционального моделирования систем, включая структурно-функциональное и функционально-структурное.

Для оценки математической модели предприятия необходимо учитывать адекватность модели, то есть возможность использования полученных с помощью этой модели сведений в процессе управления. Результативность моделирования – это способность моделирования давать целевой эффект, т.е. новую

информацию об оригинале. Результативность моделирования определяется объемом и качеством информации об оригинале, получаемой в результате моделирования. Для количественного оценивания качества модели можно использовать методы квалиметрии [4,5].

С учетом условий, норм и принципов деятельности предприятия его цель конкретизируется в набор задач. Далее с учетом существующего на предприятии технологического процесса (системы условий, методов и средств решения поставленной задачи), включающего методы и средства, выбирается некоторое действие, которое с учетом воздействия окружающей среды, приводит к определенному результату деятельности. Результат деятельности оценивается каждым участником технологического процесса не по собственным (внутренним) критериям, а элементами окружающей среды – по своим (внешним по отношению к субъекту) критериям.

Цель этой работы – создание методической базы для разработки и совершенствования организационных систем управления информационной безопасностью в виде математической модели.

Промежуточным этапом для получения математической модели является структурная схема организации. Структурная схема организации [6] определяет основные функциональные части предприятия, их назначение и взаимосвязи. Выделяемые в системе функциональные части называются блоками. Под блоком обычно понимают устройство, функционально законченное и оформленное в виде отдельного целого. Однако, исходя из особенностей СИБ, оказывающей влияние на многие функциональные части, в качестве блоков выделяются структурные единицы, которые не представляют в системе отдельного целого подразделения.

Моделирование информационной безопасности как вида деятельности является сложной задачей:

- большое число взаимосвязанных между собой элементов и подсистем;
- функционирование систем в условиях неполной определенности и случайности процессов, оказывающих воздействие на систему;
- наличие множества критериев оценки эффективности функционирования сложной системы;
- наличие системы управления, имеющей сложную иерархическую структуру.

В данной работе применяются методы неформального моделирования и декомпозиция общей задачи на ряд частных задач.

Разделение на блоки структурной схемы в данном случае целесообразно проводить на основе функциональной модели организационной структуры предприятия. Она может быть для наглядности графически представлена в виде блок-схемы (рисунок 1).

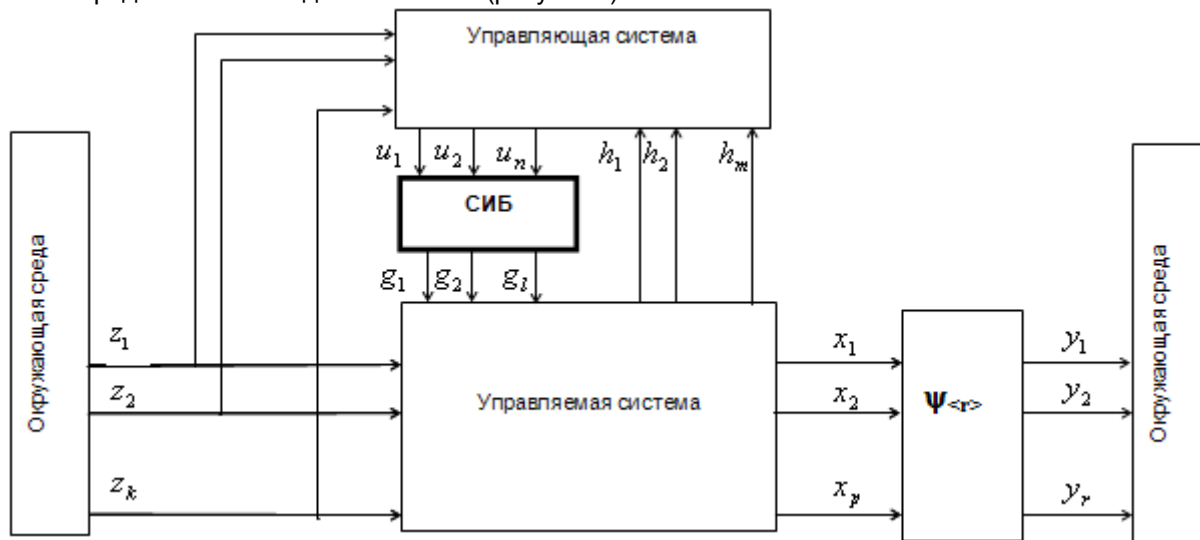


Рис. 1. Блок-схема функциональной организационной структуры (ФОС)

На рисунке 1 использованы следующие обозначения:

$Z_{<k>}(t) = \langle z_1(t), z_2(t), K, z_k(t) \rangle$ – возмущающие переменные, характеризующие поступающие задачи для решения организационной структурой.

$U_{<n>}(t) = \langle u_1(t), u_2(t), K, u_n(t) \rangle$ – управляющие переменные, характеризующие целенаправленные воздействия на управляемую систему, ограничивающие возможности решения задач организационной структурой.

$X_{<p>}(t) = \langle x_1(t), x_2(t), K, x_p(t) \rangle$ – переменные состояния, характеризующие состояния организационной структуры.

$H_{<m>}(t) = \langle h_1(t), h_2(t), K, h_m(t) \rangle$ – наблюдаемые переменные, имеющие значения для состояния организационной структуры.

$Y_{<r>}(t) = \langle y_1(t), y_2(t), K, y_r(t) \rangle$ – выходные переменные, характеризующие состояние окружающей среды в результате решения задач организационной структурой.

$G_{<l>}(t) = \langle g_1(t), g_2(t), K, g_l(t) \rangle$ – управляющие переменные, характеризующие целенаправленные воздействия на управляемую систему с учетом наличия служб информационной безопасности. Аргументы у всех переменных на схеме для краткости опущены. Выходные переменные в общем случае связаны с переменными состояниями функциональной зависимостью [1]:

$$Y_{<r>}(t) = f_{\mu} \langle r \rangle (X_{<n>}(t)), \quad (1)$$

где $\Psi_{<r>}$ – символ вектор-функции.

Используя введенные переменные, можно [1,7] составить следующую математическую модель системы управления – систему уравнений состояний и выхода:

$$\left. \begin{aligned} X_{<n>}(t) &= f_i \langle n \rangle (X_{<n>}(t_0), \\ U_{<m>}(t), \\ Z_{<k>}(t), \\ H_{<l>}(t), \\ X_{<n>}(t) &\in A(t), \\ U_{<m>}(t) &\in B(t), \\ H_{<l>}(t) &\in C(t), \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

$t \in [t_0, T]$, $X_{<n>}(t_0)$ – начальное состояние системы.

$A(t)$ – область допустимых значений векторов переменных состояния управляемой системы;

$B(t)$ – область допустимых значений векторов управляющих переменных;

$C(t)$ – область допустимых значений векторов наблюдаемых переменных.

Выражения (2) описывают состояние системы в любой момент времени на интервале $[t_0, T]$, а совместно с выражением (1) – выходную ситуацию в том же интервале времени.

Уравнение (1) в блок-схеме (рисунок 1) представляет собой функциональную зависимость вектора состояний системы от начального состояния управления, возмущений, наблюдаемости системы, времени. В этой модели существуют ограничений на состояния системы, управление и наблюдаемость переменных. Эти ограничения необходимы для выполнения фундаментальных свойств системы – устойчивости, наблюдаемости и управляемости.

В систему поступает поток задач, требующих определенной обработки [8]. В соответствии с внутренней организационной структурой система организует определенным образом обработку поступивших задач и выдает во внешнюю среду результат их решения через вектор-функцию Ψ (для простоты считаем, что конечные исполнительные механизмы на предприятия идеальны – вектор-функцию Ψ линейна и не имеет инерции).

Заключение

Фрагментарные функциональные модели СИБ описывают отдельные компоненты с разной детализацией и по разным методикам, что приводит к появлению различий в базовых параметрах моделей, которые не позволяют их использования при решении других задач обеспечения ИБ.

Математическая модель службы информационной безопасности даст возможность оценить полноту выполнения требований руководящих документов по ИБ инструментальными средствами, например, инструментальными средствами анализа и управления рисками ИБ. Кроме того, адекватная математическая модель даст возможность согласования международных, национальных, отраслевых и корпоративных стандартов в области ИБ, а также согласования понятийного аппарата в области ИБ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Заболотский В. П., Оводенко А. А., Степанов А. Г. Математические модели в управлении: Учеб. пособие / СПбГУАП. СПб., 2001. 196 с.
2. Браверман Э. М. Математические модели планирования и управления в экономических системах. М.: Наука, 1976. 366 с.
3. Игнатьева А.В., Максимцов М. М. Исследование систем управления. М. «Юнити-Дана», 2000, 192 с.
4. Голубков Е. П. Использование системного анализа в принятии плановых решений. М.: Экономика, 1982. 160 с.
5. Краснощекое П. С., Петров А. А. Принципы построения моделей. М.: Изд-во МГУ, 1983. 264с.
6. Иванова Н.Н. Организационные структуры предприятия как объект моделирования / Н.Н. Иванова// Математические и инструментальные методы экономического анализа: управление качеством: Сб. науч. тр. / Тамб. Гос. Техн. Ун-т. 2003. Вып.8.
7. Неуймин Я. Г. Модели в науке и технике. История, теория, практика. Л.: Наука, 1984.189 с.
8. Новиков Д.А. Теория управления организационными системами. М.: МПСИ, 2005. 584 с.
9. Черемушкин Д.В. Задача объектного моделирования системы управления информационной безопасностью. // Научно-технический вестник СПбГУ ИТМО. Выпуск 52. Прикладные информационные технологии. / Главный редактор д.т.н., проф. В.О. Никифоров. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. С. 237–241.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ

Вайгандт Н.Ю.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
водных коммуникаций**

ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИЩЕННОГО КАНАЛА ДАННЫХ В СРЕДЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Многообразие средств вычислительной техники обусловило комплексный подход к организации серверного пространства и всех составляющих этого процесса: исследованию и проектированию серверного пространства, поставке оборудования, инсталляции, запуску в эксплуатацию и сопровождению вычислительных комплексов любой степени сложности, а также реинжинирингу существующих решений с целью создания эффективного решения для предприятия.

Рассмотрим конкретные программно-аппаратные решения по реализации поставленной задачи систематизации автоматизированной системы управления (АСУ). На рисунке 1 представлена логическая схема серверного пространства рассматриваемой АСУ.

Состав решения:

- катастрофоустойчивые программно-аппаратные комплексы;
- интегрированные отказоустойчивые вычислительные комплексы на базе кластерных решений;
- интегрированные вычислительные комплексы с «высокой готовностью», обеспечиваемой современными решениями по резервированию отдельных аппаратных элементов комплекса;
- системы централизованного мониторинга и управления телекоммуникационными средствами, серверами и активным оборудованием;
- системы хранения данных.



Рис.1. Типовая структура 2-го уровня АСУ

Особое значение в настоящее время получает развитая сеть распределенной памяти, как части серверного пространства. Архитектура сети распределенной памяти включает в себя устройства памяти, компоненты взаимодействия с серверами приложений, связующие инфраструктуры и инструменты для администрирования всей среды в целом. Органичное взаимодействие этих элементов позволяет разрешать проблемы хранения и управления данными. Интегрированный подход к выделению ресурсов и управлению данными позволяет реализовать централизованное, унифицированное управление данными на корпоративном уровне в соответствии с выбранной политикой предприятия. В такой архитектуре память представляет собой гибкий, совместно используемый ресурс, а серверы приложений используют ресурс единого пространства.

Защита капиталовложений обеспечивается тем, что новая сетевая среда хранения данных рассчитана на гармоничное сосуществование с имеющимися системами хранения данных, подключаемыми напрямую или через сеть. Это позволяет развёртывать сеть распределенной памяти постепенно, по мере расширения потребностей предприятия.

Технологии построения единого серверного пространства базируются на двух принципах:

1. Принцип построения отказоустойчивых комплексов, а именно обеспечение бесперебойного функционирования комплекса. Оно должно осуществляться за счет согласованного взаимодействия следующих элементов:

- устройства бесперебойного питания;
- элементов аппаратного резервирования;
- системы резервного копирования и быстрого восстановления данных;

- кластеризации;
- создания централизованной системы управления и мониторинга серверного пространства.

2. Принцип построения интегрированного комплекса. В состав предлагаемого интегрированного вычислительного комплекса могут входить:

- стойка;
- серверы;
- внешние и встроенные стримеры;
- устройство бесперебойного питания сервера;
- устройства защиты серверов от несанкционированного доступа из внешних сетей;
- устройства централизованного архивирования;
- другие устройства по необходимости (модемы, коммутаторы, и т.п.).

Перечисленное оборудование может варьироваться в рамках повышения или понижения мощности с целью получения оптимального показателя цена/производительность для более полного обеспечения потребностей конкретного заказчика.

В качестве линий информационного взаимодействия удаленных компонентов и модулей АСУ предполагается использовать VPN.

Рассмотрим типовую структуру сети организованной по технологии VPN (рисунок 2).

Virtual Private Network (VPN) должна состоять из двух частей: «внутренняя» (подконтрольная) сеть АСУ, описанная выше, и «внешняя» сеть, по которой проходит инкапсулированное соединение (обычно используется Интернет). Возможно также подключение к виртуальной сети отдельного компьютера (диспетчера, таможенной службы, контролирующего органа и т.п.). Подключение удаленного пользователя к VPN производится посредством сервера доступа, который подключен как к внутренней, так и к внешней (общедоступной) сети. При подключении удаленного пользователя (либо при установке соединения с другой защищенной сетью) сервер доступа требует прохождения процесса идентификации, а затем процесса аутентификации. После успешного прохождения обоих процессов, удаленный пользователь (удаленная сеть) наделяется полномочиями для работы в сети, то есть происходит процесс авторизации.

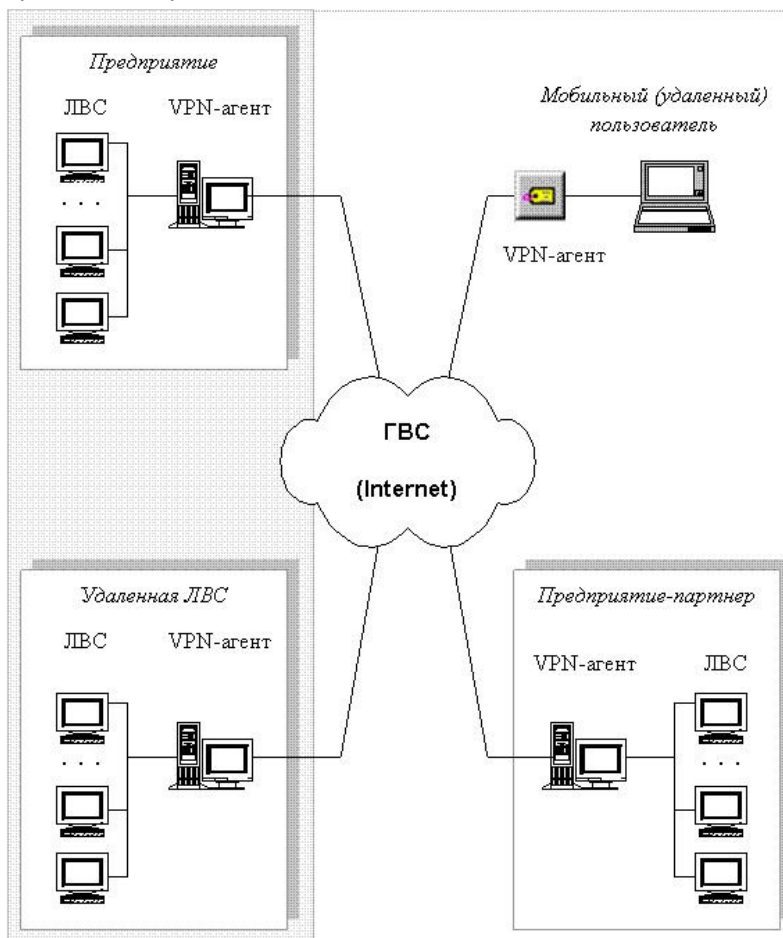


Рис.2. Типовая структура 3-го уровня АСУ

Классифицировать VPN решения можно по нескольким основным параметрам (рисунок 3):

1. По степени защищенности:

– защищённые – наиболее распространённый вариант виртуальных частных сетей. С его помощью возможно создать надёжную и защищённую подсеть на основе ненадёжной сети, как правило, Интернета. Примером защищённых VPN являются: IPSec, OpenVPN и PPTP;

– доверительные – используются в случаях, когда передающую среду можно считать надёжной и необходимо решить лишь задачу создания виртуальной подсети в рамках большей сети. Вопросы обеспечения безопасности становятся неактуальными. Примерами подобных VPN решения являются: Multi-protocol label switching (MPLS) и L2TP (Layer 2 Tunnelling Protocol) – точнее сказать, что эти протоколы переключают задачу обеспечения безопасности на другие, например L2TP, как правило, используется в паре с IPSec.

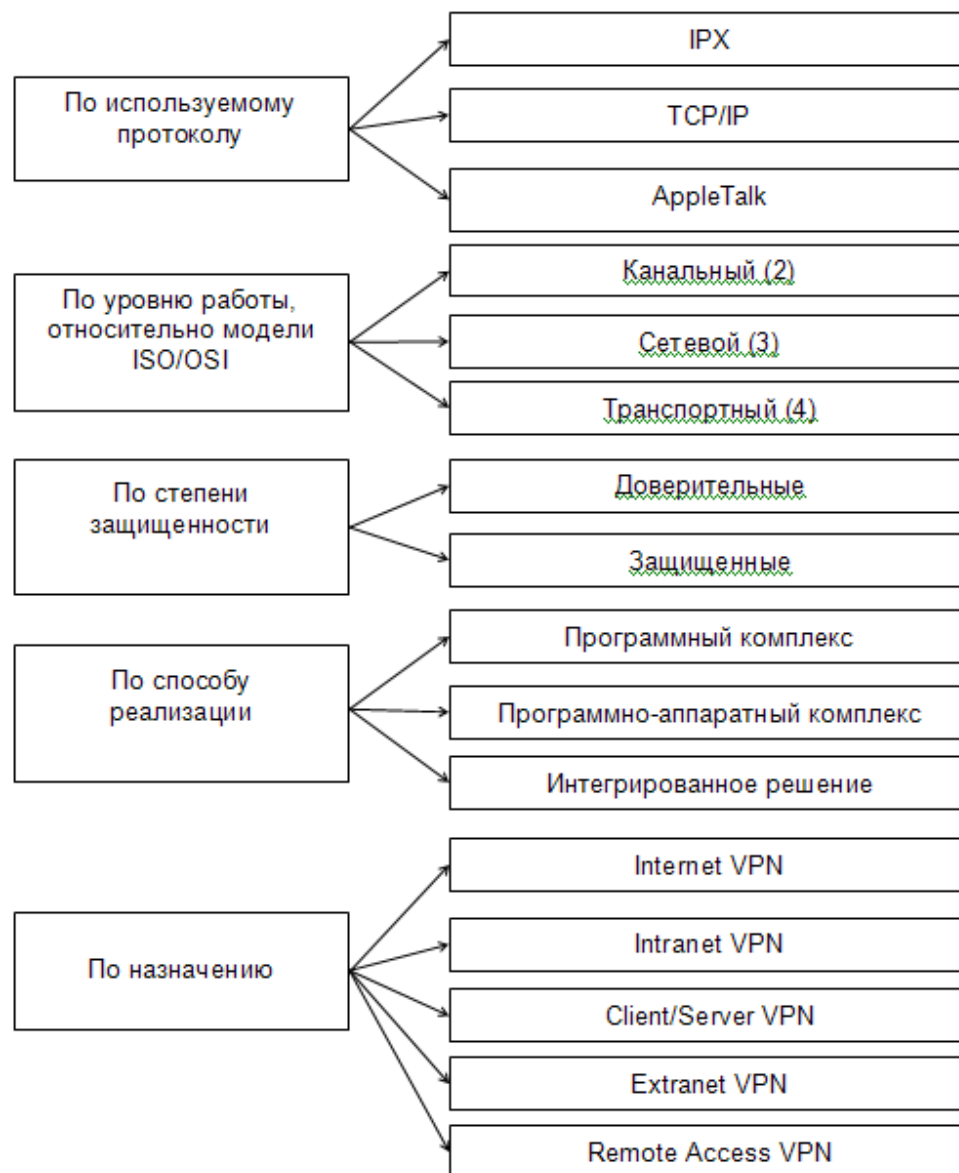


Рис.3. Классификация VPN

2. По способу реализации:

- в виде специального программно-аппаратного обеспечения;
- в виде программного решения. В этом случае используют персональный компьютер со специальным программным обеспечением, обеспечивающим функциональность VPN;
- интегрированное решение. При этом варианте решения функциональность VPN обеспечивает комплекс, решающий также задачи фильтрации сетевого трафика, организации сетевого экрана и обеспечения качества обслуживания.

– 3. По назначению:

- Intranet VPN – используется для объединения в единую защищённую сеть нескольких распределённых филиалов одной организации, обменивающихся данными по открытым каналам связи;
- Remote Access VPN – используется для создания защищённого канала между сегментом АСУ и одиночным пользователем, который, работая на удалённом участке, подключается к корпоративным ресурсам с удалённого компьютера, корпоративного ноутбука, смартфона или интернет-киоска;

– Extranet VPN – используется для подключения «внешних» пользователей (например, заказчики или клиенты). Уровень доверия к ним намного ниже, чем к сотрудникам компании, поэтому требуется обеспечение специальных «рубежей» защиты, предотвращающих или ограничивающих доступ последних к особо ценной, конфиденциальной информации;

– Internet VPN – используется для предоставления доступа к интернету провайдерами;

– Client/Server VPN – используется для защиты передаваемых данных между двумя узлами (не сетями) АСУ.

4. По типу протокола выделяют реализации виртуальных частных сетей под TCP/IP, IPX и AppleTalk. Но на сегодняшний день наблюдается тенденция к всеобщему переходу на протокол TCP/IP, и абсолютное большинство VPN решений поддерживает именно его.

5. По уровню сетевого средства VPN можно разделить на те, в которых используется канальный, сетевой или транспортный уровни на основе сопоставления с уровнями эталонной сетевой модели ISO/OSI.

Таким образом, технология VPN позволяет защитить виртуальную сеть АСУ также надежно, как и собственную сеть (а иногда даже и лучше). Данная технология сейчас бурно развивается, и в этой области уже предлагаются достаточно надежные решения. Кроме того, при защите отдельных каналов инфраструктура сети АСУ остается прозрачной для внешнего наблюдателя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов М. А. Криптографические методы защиты информации в компьютерных системах и сетях. ОБРАЗ. 2001.
2. Кульгин М. Технологии корпоративных сетей. Энциклопедия. СПб.: Питер, 2000.
3. Олифер В. Г., Олифер Н. А. Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы: Учебник для вузов. Питер, 2001.
4. Романец Ю. В. Тимофеев П. А., Шаньгин В. Ф. Защита информации в компьютерных системах и сетях. 2-е изд. Радио и связь. 2002.
5. Столлингс В. Основы защиты сетей. Приложения и стандарты. Network Security Essentials. Applications and Standards. «Вильямс». 2002.

Вайгандт Н.Ю. Нырклов А.П.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
водных коммуникаций**

МЕТАЭВРИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗМЕЩЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ В ТРЮМАХ СУДНА

Прикладные задачи рационального размещения объектов заданного объема и формы в заданном трехмерном пространстве вытекают из оптимизационной задачи «о ранце» (задача карго-планирования – задача комплектовки груза), ставшей более актуальной в связи с развитием производства и промышленной инфраструктуры. Такие задачи материально весьма разнообразны и очень часто неоднозначны в методах и подходах их решения.

Проблема раскроя-упаковки (Cutting and Packing, C&P) привлекает внимание ученых исследователей и производителей. Под этой проблемой понимается широкий класс задач, допускающих различный прикладной смысл и толкование. Общим для этого класса задач является наличие двух групп объектов. Между элементами этих групп устанавливается и оценивается соответствие. Впервые качественная типология в области раскроя-упаковки проведена в 1990 году немецким ученым Н.Дукхофф [1]. Она принята в мировой практике и используется при изучении моделей и методов решения задач раскроя-упаковки.

Разнообразие моделей определяется, прежде всего, геометрическим фактором. Различаются задачи линейного (одномерного), прямоугольного (двумерного) и параллелепипедного (трехмерного) раскроя-упаковки. Среди этих задач выделяются гильотинный раскрой и упаковка. Особо выделены проблемы нестинга, то есть размещение деталей сложной геометрической формы в заданных областях. Для них на первый план выступают информационные проблемы задания фигур, учета и обеспечения из непересечения, кодировки и другие. Задачи C&P являются типичными представителями NP-трудных проблем и для их решения (включая проблемы нестинга) применяются общие подходы: точные методы, простые эвристики и метаэвристики. Ввиду неполиномиальной сложности точных алгоритмов, авторами многих работ уделяется значительное внимание приближенным методам и эвристикам.

Частный случай C&P – задача рационального размещения. Эта задача также относится к классу NP-полных. Эта статья посвящена задаче рационального размещения груза на судах, где помимо трех основных измерений добавляется четвертое – требование по остойчивости судна.

Для нахождения приближенных решений (не претендующих на глобальный оптимум) C&P-задач предлагается использовать методы метаэвристики.

Среди различных метаэвристик выделяются генетические алгоритмы (ГА). Они используют различные способы структуризации RP: приоритетные списки с перестановкой прямоугольных элементов [2] и блок-структуры с перестановкой элементов внутри блоков [3]. Генетические алгоритмы для решения задачи прямоугольной упаковки интерпретируются как эволюционный процесс в целях отыскания глобального минимума.

Генетические алгоритмы представляют собой новое направление в алгоритмике. Они способны не только решать и сокращать перебор в сложных задачах, но и легко адаптироваться к изменению проблемы.

В настоящее время ГА получили широкое применение в различных областях науки и техники. Генетический алгоритм представляет собой компьютерную модель эволюции искусственных особей.

ГА работают с совокупностью «особей» – популяцией, каждая из которых представляет возможное решение данной проблемы. Каждая особь оценивается мерой ее «приспособленности» согласно тому, насколько «хорошо» соответствующее ей решение задачи. В природе это эквивалентно оценке того, насколько эффективен организм при конкуренции за ресурсы. Наиболее приспособленные особи получают возможность «воспроизводить» потомство с помощью «перекрестного скрещивания» с другими особями популяции. Это приводит к появлению новых особей, которые сочетают в себе некоторые характеристики, наследуемые ими от родителей. Наименее приспособленные особи с меньшей вероятностью смогут воспроизвести потомков, так что те свойства, которыми они обладали, будут постепенно исчезать из популяции в процессе эволюции. Иногда происходят мутации, или спонтанные изменения в генах.

Таким образом, из поколения в поколение, хорошие характеристики распространяются по всей популяции. Скрещивание наиболее приспособленных особей приводит к тому, что исследуются наиболее перспективные участки пространства поиска. В конечном итоге популяция будет сходиться к оптимальному решению задачи. Преимущество ГА состоит в том, что с его помощью можно находить близкие к оптимальному решения за относительно короткое время.

На основе ГА разработан программный комплекс «Универсальный карго-планировщик», который находит универсальный карго-плана размещения контейнеров в бункерах судна с учетом такого критерия эффективности как остойчивость судна.

Реализация генетических алгоритмов позволяет в значительной степени сократить время расчета карго-плана. При прямом поиске решения, задача сводится к задаче полного перебора и необходимо рассматривать $\hat{r} \ll n!$ способов загрузки контейнеров в трюмы, где $\hat{r} \ll n$ – количество контейнеров (рассматривается размещение контейнеров на плоскости, учитывая продольные и поперечные размеры судна). А если брать в расчет «горизонтальные» и «вертикальные», относительно плоскости трюма, способы загрузки, то приходится рассматривать $(2^N)!$ комбинаций. На практике можно незначительно сократить количество переборов. В общем случае при размещении партии контейнеров объемом в $\hat{r} \ll n!$ штук, состоящей из B различных типов контейнеров, потребуется для полного перебора всех возможных размещений $N!/(g_1!g_2!\dots g_b!)$ перестановок контейнеров [4]. При этом g_b – количество контейнеров b -

го типа и $N = \sum_{b=1}^B g_b$. Но и это представляет огромную сложность как вычислительную, так и временную.

ГА работают с совокупностью «особей» – популяцией. Каждая особь представляет собой возможное решение данной проблемы, а именно вариант загрузки контейнеров в бункеры – их порядок в очереди на погрузку. Каждая из таких уникальных «особей» имеет свою меру «приспособленности». В качестве этой меры была выбрана остойчивость судна как одна из наиболее важных технических характеристик принимаемых во внимание в процессах погрузки на суда. Эта «приспособленность» является эффективным показателем того, насколько хорошо данное решение удовлетворяет требованиям задачи, а также является лидирующим фактором эволюционного процесса при поиске решения. В природе это эквивалентно оценке того, насколько организм эффективен при конкуренции за ресурсы. Наиболее приспособленные выживают и приносят потомство. В процессе эволюции появляются все более «приспособленные» особи. В проекции на данную задачу это означает что при «перекрестном скрещивании» вариантов загрузки, с точки зрения эволюционного процесса показатель качества загрузки «потомков» должен возрасти. Увеличения этого показателя можно достичь при помощи приближения методов алгоритма к «природной» эволюции – внедрения мутационных процессов и спонтанных изменений в генах «особей».

Приведенные выше эволюционные принципы являются основными в программном решении. При достаточно небольшой начальной «популяции», после получения двух-трех поколений можно приблизиться к достаточно точному решению исходной задачи.

Работа программы «Универсальный карго-планировщик» включает в себя следующие этапы:

1. Загрузка данных для объектного решения. На этом этапе производится ввод данных о трюме – его координаты относительно линейных размеров судна и координаты центра масс, а также физических характеристиках объектов перегрузочного процесса: для контейнеров – длина, ширина, высота и масса; для трюмов – трехмерные координаты расположения относительно плоскости трюма судна. Эти данные могут быть введены двумя способами: либо вручную для каждого из контейнеров и бункеров (для этого предусмотрены специальные текстовые поля), либо программно из файла с расширением .xls. Для редактирования и удаления данных предусмотрены специальные формы. Все введенные и скорректированные данные можно сохранить в исходную, либо новую базу данных. Для удобства в

интерфейсную систему таблиц данных включены поля с дополнительной информацией, вычисляемой в процессе ввода данных автоматически – длина и ширина трюмов, а также их площадь (вычисляются исходя из координат левого верхнего и правого нижнего углов).

При вводе производится автоматическая проверка на правильность ввода, а именно на возможность линейного расположения бункеров и правильность значений других числовых характеристик.

2. Создание исходной популяции. Программный комплекс создавался в среде разработки C++ Builder 6.0. Для генерации каждой «особи» начальной популяции (случайной последовательности загрузки контейнеров) в стандартной функции языка C++ `rand()` требуется задавать точку отсчета, неизменно изменяющуюся на протяжении работы программы. В качестве такой «универсальной точки» взято фиксированное время загрузки программы в оперативную память компьютера. Для этого используется функция `time(NULL)` из библиотеки `<time.h>`. При генерации начальной популяции в специальном текстовом окне необходимо выставить количество особей которое необходимо получить. В дальнейшем от этого инструмента можно избавиться, получив достаточное количество данных для статистического анализа и заменив текстовое поле на процентное соотношение $K/\bar{t}$ (K – необходимое количество начальной популяции, т.е. количество особей). Например, если задать $K=10$, то при $\bar{t}=6$ мы получим подобную начальную популяцию:

1. 2,4,6,1,3,5;

2. 3,5,2,1,4,6;

.....

10. 1,3,5,6,4,2.

Для каждой «особи» исходной популяции необходимо произвести расчет остойчивости судна при загрузке в том порядке, в котором контейнеры идут в описании гена особи. Загрузка производится по алгоритму «улучшенный нижний левый» (IBL) – первый контейнер помещается в нижний левый угол бункера, а затем, согласно приоритетному списку загрузки, контейнеры двигаются от правого угла бункера влево насколько это возможно, затем вниз, снова влево и т.д. Если контейнер упирается в правый верхний угол, погрузка начинается в следующий по порядку бункер. Каждый контейнер делится на $A \times B$ равных частей (A – длина контейнера в дециметрах, B – ширина), и для каждой из таких частей рассчитывается удельный вес по формуле $M/(A \times B)$, где M – масса контейнера. Таким образом, каждый из контейнеров представляет из себя матрицу элементов $A \times B$ и значения элементов равны удельным весам частей контейнера. Это позволяет из исходных данных определить массы нагрузки на правый и левый борта судна. Исходя из полученных нагрузок вычисляется дифферент.

В интерфейсе программы предусмотрен ввод данных о допустимых для данного судна крене и дифференте (рисунок 1). В процессе расчета те «особи», дифферент которых больше допустимого автоматически удаляются из исходной популяции. Далее все варианты загрузки упорядочиваются по возрастанию величины дифферента. Исходная популяция готова. В ней все варианты загрузки применимы и удовлетворяют требованиям по дифференту.

Рис. 1. Начальная популяция и потомство

Чтобы сделать процесс эволюции более наглядным в интерфейсе программы рядом с колонкой значений дифферента предусмотрена шкала загруженности (полноты использования площади трюма).

3. Получение потомства. Следующий шаг эволюции предусматривает получение потомства от исходной популяции. При n – количестве «особей» в исходной популяции необходимо получить $2n$ потомков. Потомки получаются путем попарного «скрещивания» двух случайных «особей» из списка исходной популяции. При помощи генератора случайных чисел находится точка перекрещивания генов «особи». В ней происходит пересечение и из пары «родителей» получается два потомка. Например: 2,4,1,3,5,6 – первый «родитель»; 5,3,2,6,1,4 – второй «родитель»; Случайно получаем «точку пересечения» равную 3. Тогда получим потомков вида 2,4,1,5,3,6 и 5,3,2,4,1,6 (в новых потомках первая часть генов – до точки пересечения – достается от одного «родителя», остальные части берутся от второго в порядке их следования в исходном гене). На этом этапе вводится такой фактор эволюционного процесса как мутация. Программно ее можно реализовать следующим образом: для каждого потомка генерируется случайное число k – количество возможных мутаций в гене, а затем генерируется k чисел. Эти числа показывают какие контейнеры «мутируют» – поменяют свое положение – встанут «горизонтально» или «вертикально» при загрузке (попросту их длина и ширина при расчете дифферента поменяются значениями). Далее производится замена в данных при расчете.

Для каждого «потомка» так же как и для исходной популяции рассчитываются показатели «приспособленности» – дифферент и наполненность трюма. Также как и родители, они сортируются по показателю дифферента и те из них, которые не удовлетворяют дифференту уходят из рассмотрения. При проведении такого цикла «исходная популяция – получение потомства» несколько раз можно наблюдать тенденцию к увеличению показателя дифферента. Постепенно вариант оптимальной загрузки «всплывает». Такого вида алгоритм позволяет сэкономить время расчетов.

После окончания расчетов начальной популяции и получения потомков можно визуализировать знакомиться с полученными моделями погрузки контейнеров в трюм судна. Для этого в программе предусмотрены инструменты построения двумерных и трехмерных схем загрузки (рисунки 2 и 3).

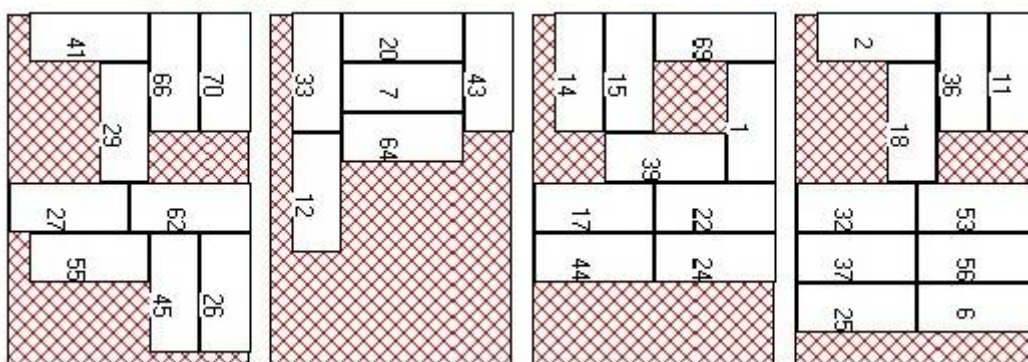


Рис. 2. Двумерная схема загрузки контейнеров

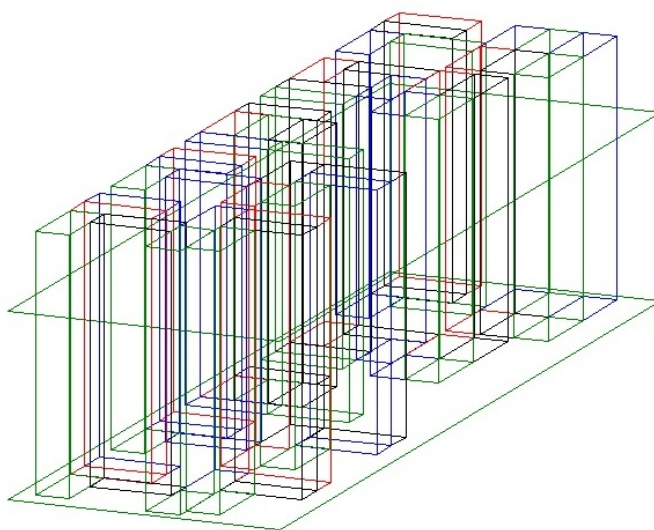


Рис. 3. Трехмерная схема загрузки контейнеров

Алгоритмическая модель и программа «Универсальный карго-планировщик» разработаны с учетом теоретических и эмпирических требований процесса погрузки груза на борт судна.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dyckhoff H., Scheithauer G., Terno J. Cutting and Packing Annotated Bibliographies in Combinatorial Optimization, edited by M.Dell'Amico, F.Maffioli and S.Martello. John Wiley&Sons. 1991.
2. Мухачева А.С., Чиглинцев А.В., Смагин М.А., Мухачева Э.А. Задачи двумерной упаковки: развитие генетических алгоритмов на базе смешанных процедур локального поиска оптимального решения. Информационные технологии, 2001.
3. Мухачева Э.А., Мухачева А.С. Метод перестройки для решения задач прямоугольной упаковки. Информационные технологии, 2000.
4. Ныркoв А.П., Н.М. Вихров Модели технологических процессов на транспорте. Судостроение, 2002.

Котенко А.Г., Никифорова О.А.

Россия, Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения ОРГАНИЗАЦИЯ РОЛЕВЫХ ИГР ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПЕРСОНАЛА

В настоящее время в профессиональном образовании для подготовки диспетчерского персонала железных дорог применяется два типа деловых игр:

1. компьютерные игры, с использованием специализированного программного обеспечения,
2. игры на базе средств физической имитации транспортных процессов.

Применение разных имитационных моделей предполагает вариативные воздействия на обучающихся и позволяет обеспечить различное проблемное содержание игр (рисунок 1).



Рис. 1. Характеристики деловых игр, используемых для подготовки диспетчерского персонала

Для организации обучения в Петербургском государственном университете путей сообщения создан специализированный учебный центр управления перевозками (рисунок 2), в котором осуществляется проверка теоретических знаний и отработка навыков работы на уровне диспетчерской смены.

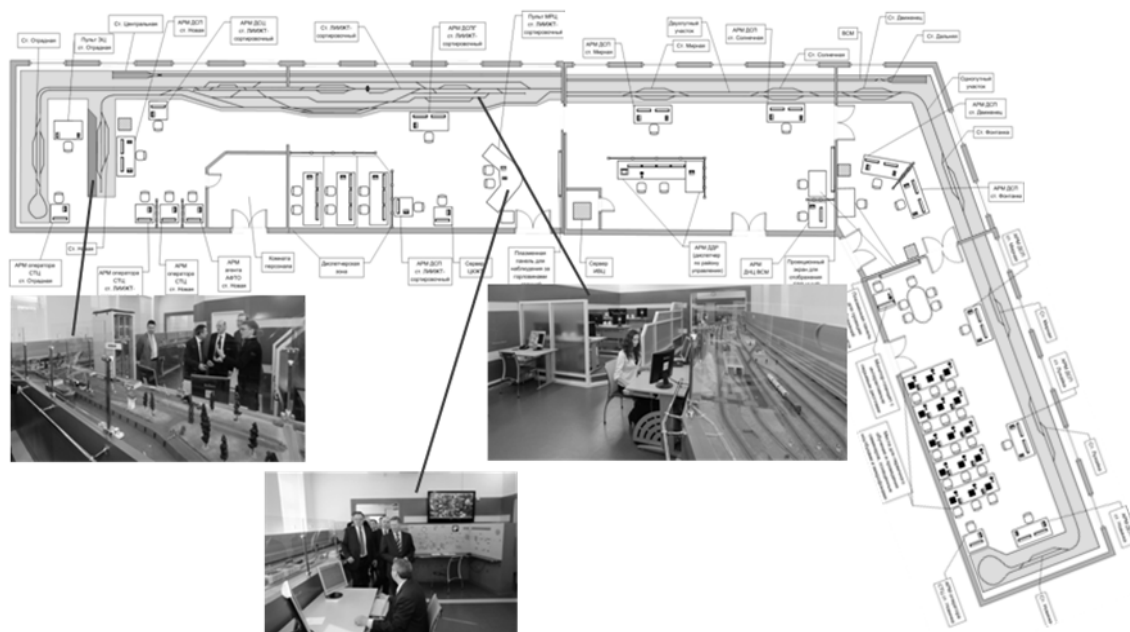


Рис. 2. План, техническое оснащение и интерьерные решения учебного центра управления перевозками

Центр включает в себя объемно-пространственную копию полигона железной дороги – железнодорожный макет и компьютерный класс, оснащенный виртуальными тренажерами.

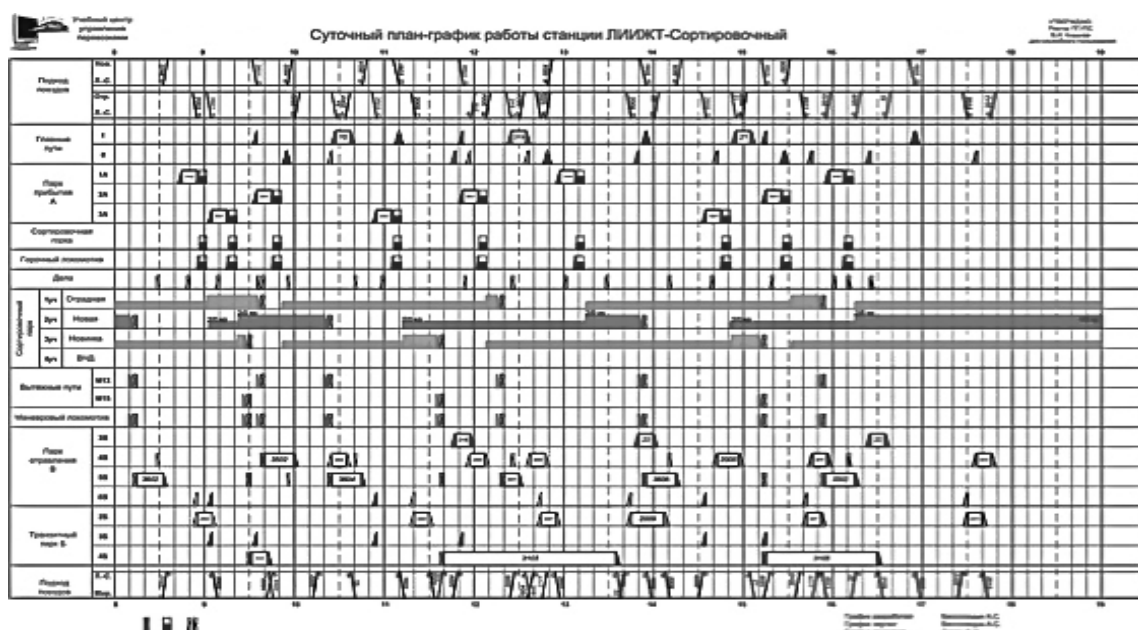
Основным достоинством деловых игр, проходящих на железнодорожном макете, является наглядность. Участники игры выполняют те же действия, что и на реальном рабочем месте, управляя движением настоящих поездов в уменьшенном масштабе.

Макет имитирует район управления поездами с тремя диспетчерскими кругами, состоящими из десяти станций (в том числе сортировочной и припортовой), и линией высокоскоростной магистрали. Движение моделей поездов осуществляется на базе микропроцессорной техники и эмуляторов автоматизированных систем, эксплуатируемых на Российских железных дорогах.

Адресное управление моделями локомотивов позволяет осуществлять маневровую работу, а также отрабатывать действия диспетчерской смены в условиях нарушения нормальной работы технических средств, при возникновении экстремальных, аварийных и нестандартных ситуаций.

Деловые игры в учебном центре проводятся с использованием заранее разработанных технологических процессов района управления, техническо-распорядительных актов станций, регламентов взаимодействия оперативно-диспетчерского персонала и вариантных графиков движения (рисунок 3).

а)



б)

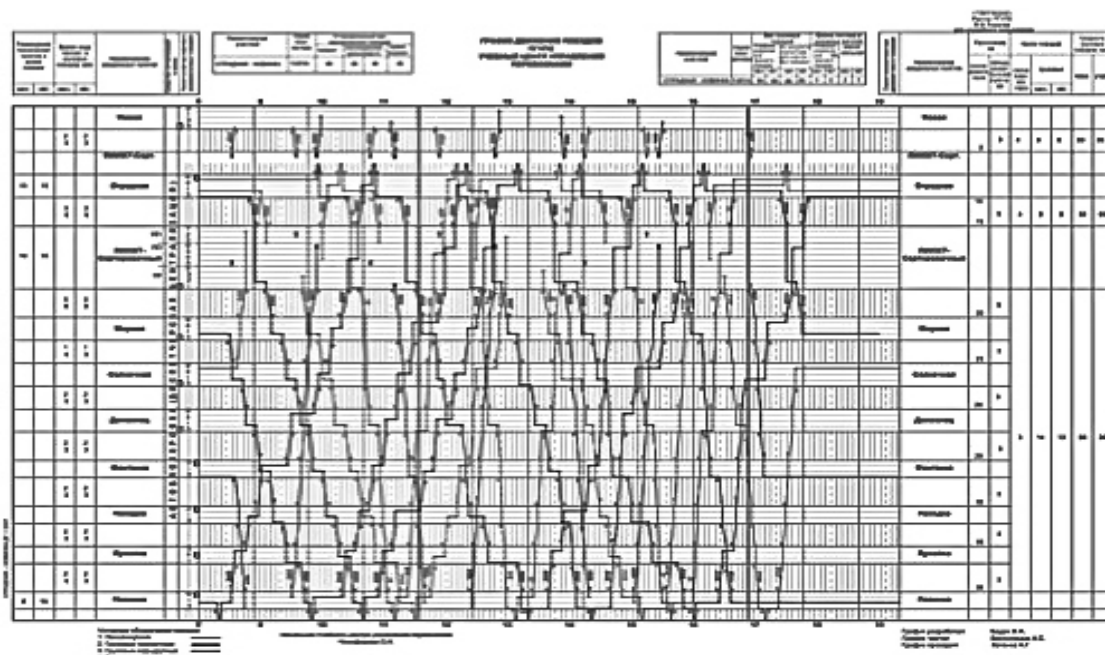


Рис. 3. Суточный план-график работы станции (а) и нормативный график движения поездов (б) – технологические документы, лежащие в основе организации деловых игр

На первом этапе деловых игр отрабатываются приемы работы дежурного по станции: управление движением поездов по расписанию; работа в автоматизированной системе управления станцией; отработка действий дежурного по станции при переходе на телефонные средства связи; ведение рабочей документации (журналов движения поездов и локомотивов, диспетчерских распоряжений и др.); отработка регламента служебных переговоров с дежурными соседних станций и поездным диспетчером.

Затем отрабатываются действия диспетчерского аппарата района управления с изучением автоматизированной системы ведения графика исполненного движения, а также взаимодействие работников, связанных с управлением движением и фирменным транспортным обслуживанием на линейном уровне (рисунок 4).

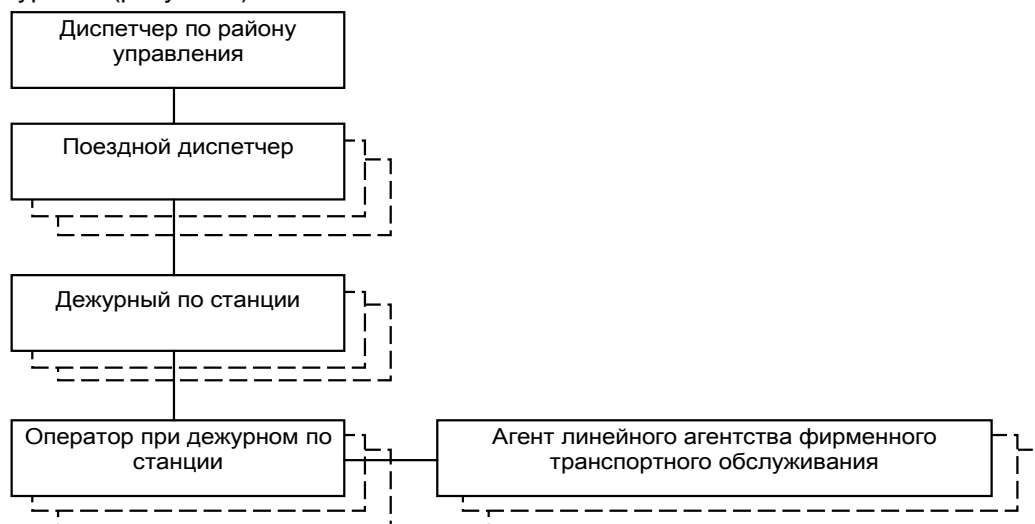


Рис. 4. Роли оперативного персонала, отрабатываемые в ходе деловых игр

Деловые игры, как форма учебной деятельности, отличаются:

- имитацией динамики производства и конкретных условий во всем многообразии служебных, социальных и личностных связей;
- акцентом на проблемности и неопределенности содержания профессиональной деятельности;
- совместностью действий участников в диалоге (рисунок 5).



Рис. 5. Элементы профессиональной деятельности, реализуемые в деловой игре

В ходе деловых игр достигается:

- формирование познавательных и профессиональных мотивов и интересов;

- воспитание системного мышления;
- целостное представление о профессиональной деятельности и её основных фрагментах с учётом эмоционально-личностного восприятия;
- опыт коллективной мыслительной и практической работы;
- формирование умений и навыков социального взаимодействия и общения, индивидуального и совместного принятия решений;
- воспитание ответственного отношения к делу, уважения к социальным ценностям и установкам коллектива и общества в целом;
- обучение методам моделирования, в том числе математического, инженерного и социального проектирования.

Действия участников игры считаются успешными в соответствии с принятыми правилами (например, соблюдение сроков доставки при безусловном обеспечении безопасности движения). Игроки могут импровизировать в рамках регламентов, определяя направление и исход игры. Каждый из них ведёт себя свободно, выполняя должностную роль своего специалиста. Процесс деловой игры превращается в процесс моделирования ситуаций, где главной задачей становится исследование транспортных событий различной направленности и сложности.

Заключение

Опыт, полученный в деловой игре, может оказаться даже более продуктивным в сравнении с приобретенным в профессиональной деятельности. Деловые игры позволяют увеличить масштаб охвата действительности, наглядно представляют последствия принятых решений, дают возможность проверить альтернативные решения. В игре обучаемому предоставляется хотя и неполная, но точная информация, что повышает доверие к полученным результатам и стимулирует процесс принятия ответственности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баркалов С.А., Бабкин В., Щепкин А. Деловые имитационные игры в организации и управлении. Учебное пособие. М.: АСВ, 2003. 200с.
2. Платов В.Я. Деловые игры: разработка, организация и проведение: Учебник. М.: Профиздат, 1991. 156 с.

Некрасов А.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
водных коммуникаций**

ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ МНЕМОСХЕМ ДЛЯ АСУ ТП НА ТРАНСПОРТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ QT

Как известно, мнемосхема АСУ ТП представляет собой наглядное графическое изображение функциональной схемы управляемого объекта. Она облегчает оператору запоминание хода технологического процесса, назначения различных приборов и органов управления, а также способов действия при различных режимах работы объекта. Следует учесть, что для АСУ ТП на транспорте оборудование объекта и его внутренние связи изображаются на мнемосхеме в соответствии с общепринятыми обозначениями транспортных схем. В процессе управления мнемосхема является для оператора важнейшим источником информации о текущем состоянии системы, характере и структуре протекающих в ней процессов, в том числе связанных с нарушением технологических режимов, авариями и т.п. Поэтому к мнемосхеме предъявляют особые требования, которые должны выполняться при разработке мнемосхемы. Так, к примеру, мнемосхема должна наглядно отображать схему системы в целом и связи между основными объектами, входящими в систему; четко делить схему системы на части (если в этом есть необходимость) и достаточно подробно отображать функциональные схемы отдельных агрегатов или объектов; показывать связи и характер взаимодействия данной системы с другими системами и внешней средой: обеспечивать световую сигнализацию состояния (положения) важнейших технологических агрегатов; сигнализировать о всех существенных нарушениях в работе системы; обеспечивать возможность быстрого нахождения резервов для локализации аварий.

Не стоит также забывать, что мнемосхема является частью некой информационной транспортной системы – контроля, управления и т.п. Поэтому, ее разработка ведется в рамках разработки всей системы. Таким образом подразумевается, что разработка мнемосхемы должна быть интегрирована в разработку пользовательского графического интерфейса, и, следовательно, разработчиками должен быть продуман вопрос об использовании GUI-библиотек, предоставляющих готовые элементы интерфейса. Либо найти способ для их реализации самостоятельно.

Реализуя элементы интерфейса мнемосхемы стоит обратить внимание на то, что при работе с мнемосхемами, имеющими значительные размеры и множество объектов различных цветов и яркостей, зрительная система оператора подвергается большой нагрузке. Поэтому необходимо уделять серьезное внимание рациональному цветовому решению мнемосхемы, учитывая при этом законы цветоведения и особенности психофизиологического влияния цвета на человека. В

частности, на мнемосхемах не допускается использование в большом количестве цветов, которые быстро утомляют глаз – красного, фиолетового, пурпурного. В качестве фона мнемосхем при использовании общего освещения рекомендуется применять малонасыщенные цвета средней части спектра. Символы мнемосхем и мелкие элементы могут окрашиваться в цвета всех частей спектра. Цвета вспомогательных элементов и дополнительного фона для групп связанных объектов должны сочетаться с общим цветовым решением мнемосхемы.

Исходя из этого, особое внимание стоит уделить выбору GUI-библиотеки исходя из ее возможностей. А так как выбор GUI-библиотеки оказывает большое влияние на разработку проекта в целом, часто ее выбор осуществляется первым, а язык программирования определяется из числа доступных для этой библиотеки языков. Обычно, язык программирования определяется библиотекой однозначно.

На сегодняшний день для разработки мнемосхем довольно часто используется программирование на языке C++. Данный язык так же лежит в основе многих SCADA-систем, т.к. позволяет реализовать следующие типичные функции, повторяющихся в большинстве проектов автоматизации, а именно:

- органы управления различных типов, например кнопки, рубильники, ползунковые или поворотные регуляторы;
- экранные формы отображения параметров процесса типа стрелочных, полосковых или цифровых индикаторов, а также сигнализирующие табло различной формы и содержания;
- возможность создания архивов аварий, событий и поведения переменных процесса во времени (так называемые тренды), а также полное или выборочное сохранение параметров процесса через заданные промежутки времени постоянно или по условию;
- упрощенный язык для реализации алгоритмов управления, математических и логических вычислений;
- средства документирования, как самого алгоритма, так и технологического процесса;
- ядро или монитор реального времени, который обеспечивает детерминизм поведения системы или, иными словами, предсказуемое время отклика на внешние события;
- драйверы к оборудованию нижнего уровня АСУ ТП;
- сетевые функции;
- средства защиты от несанкционированного доступа в систему;
- многооконный графический интерфейс и другие очевидные функции, такие как импорт изображений и создание собственных библиотек алгоритмов, динамических объектов, элементов мнемосхем и т. п.

Однако, зачастую использование готовой SCADA-системы невозможно. В таком случае, при разработке играют средства направленные в первую очередь на реализацию вышеперечисленных функций, а так же на создание эргономичного графического интерфейса пользователя и графики высокого уровня. К таким средствам можно отнести использование C++ совместно с библиотекой Qt.

При разработке инструментария Qt был использован следующий подход: низкоуровневые библиотеки используются только лишь для базовых операций, а отрисовкой элементов GUI занимается непосредственно Qt. Благодаря этому инструментарий Qt приобретает все преимущества других библиотек GUI (к примеру, таких как Swing или AWT) – например, схожесть поведения и внешнего вида приложений на различных платформах. Однако, Qt не имеет проблем, связанных с низкой производительностью, так как разработан на C++ и откомпилирован в машинный код. Интерфейс, созданный с помощью Qt, отличается быстрой работой, и, благодаря использованию кэширования, может быть быстрее интерфейса, разработанного стандартными средствами. Теоретически, оптимизированная не-Qt программа должна быть быстрее аналогичной Qt-программы; но на практике для оптимизации не-Qt программы потребуется больше усилий и мастерства, чем для создания оптимизированной Qt-программы.

Основой реализации графического интерфейса в Qt является взаимодействие событий, называемых сигналами, и слотов – регистрируемых реакций на эти события (по сути – методы). В отличие от других «закрытых» событийных множеств (например, множеств Active Script) система сигналов Qt полностью динамическая – каждый участок кода может регистрировать или обрабатывать сигналы. Например, воздействие пользователя (в данном случае – выбор в дереве) связывается с определенной функциональностью (вызовом функции или метода) следующим образом:

```
connect( tree, SIGNAL( itemSelected( QListViewItem* ) ),  
        handler, SLOT( handlerMethod( QListViewItem* ) ) );
```

Как видно из примера, такой синтаксис является весьма гибким, что хорошо подходит для разработки сложного пользовательского интерфейса. Кроме этого, Qt позволяет связывать сигнал с любым числом управляющих слотов.

Кроме этого, нельзя пренебрегать такими явными преимуществами использования самого C++, как имеющиеся средства разработки. За все время существования семейства языков C и C++

было создано огромное количество самых разнообразных средств разработки, включая инструменты для дизайна, отладки и профилирования, что значительно упрощает процесс создания элементов GUI.

К примеру, для реализации на C++ с использованием библиотеки Qt динамического изменения объекта на мнемосхеме (например, для изменения размеров окна аварийного объекта по действию оператора) достаточно реализовать следующую структуру:

```
#include "AnimWidget.h"
#include <QState>
#include <QVariant>
AnimWidget::AnimWidget() {

    img_ = new QLabel("", this);
    img_->setGeometry(0, 0, 40, 40);
    img_->setScaledContents(true);
    img_->setPixmap(QPixmap("ottawa.png"));

    /* creating 2 states */
    QState* st1 = new QState();
    QState* st2 = new QState();

    /* defining photo's properties for each of them */
    st1->assignProperty(img_, "geometry", QRect(0, 0, 40, 40));
    st2->assignProperty(img_, "geometry", QRect(50, 50, 200, 200));

    /* define transitions between states by clicking on main window*/
    st1->addTransition(this, SIGNAL(photoClicked()), st2);
    st2->addTransition(this, SIGNAL(photoClicked()), st1);

    /* adding states to state machine */
    machine_.addState(st1);
    machine_.addState(st2);
    machine_.setInitialState(st1);

    /* starting machine */
    machine_.start();
}

void AnimWidget::mouseReleaseEvent(QMouseEvent*) {
    emit photoClicked();
}
```

В приведенном примере для обеспечения требуемого эффекта используется реализация конечного автомата, как некоего объекта с заранее заданным конечным числом состояний и переходами между ними. Так, в строках

```
st1-> assignProperty(img_, "geometry", QRect(0, 0, 40, 40));
st2-> assignProperty(img_, "geometry", QRect(50, 50, 200, 200));
```

задаются свойства объектов, присущие им в том или ином состоянии. Стандартные Qt-классы содержат определённый набор свойств, а для задания свойств для собственных классов используется Q_PROPERTY.

Следующие строки

```
st1->addTransition(this, SIGNAL(clicked()), st2);
st2->addTransition(this, SIGNAL(clicked()), st1);
```

определяют переходы между состояниями и условия для этих переходов. В нашем случае условием перехода будет являться сигнал «clicked()», брошенный главным окном мнемосхемы.

Переход между состояниями может быть и безусловный – тогда не указывается объект и сигнал, а просто указывается окончательное состояние. Основной плюс данного подхода состоит в том, что библиотека Qt дает возможность создавать нужное число состояний, и для каждого состояния указать, какие свойства имеет каждый объект в данном состоянии, после чего задать переходы между состояниями, указать стартовую точку и запустить автомат на исполнение. При этом количество строк кода, требуемое для реализации данного механизма изменения состояний с использованием библиотеки Qt на порядок меньше, чем если бы это было реализовано без ее использования. Кроме того, скорость выполнения основной программы увеличивается за счет использования языка C++.

Таким образом, использование C++ и Qt расширяет возможности для реализации приложений для АСУ ТП на транспорте, SCADA-систем и систем, требующих разработки мнемосхем с большим количеством отображаемой информации и поддержкой динамического изменения большого количества объектов на ней.

Смолкина О.Р.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
водных коммуникаций**

СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБМЕНА ЦИФРОВЫМИ ДАННЫМИ МОРСКОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ НАУЧНОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В целях обеспечения безопасности мореплавания национальные гидрографические службы проводят большую работу по гидрографическим съемкам и измерениям, обслуживанию и мониторингу СНО, созданию цифровых наборов картографических, навигационно-гидрографических данных и поддержке их на уровне современности, хранению и архивации материалов. Банк данных Национальной гидрографической службы на обслуживаемый регион является наиболее полным, достоверным и современным. Поэтому для создания современного и достоверного банка данных на весь Мировой океан обмен информацией между национальными гидрографическими службами имеет очень важное значение.

Кодирование цифровых наборов данных может осуществляться различным образом. Поэтому в целях обеспечения обмена электронной картографической информацией между национальными гидрографическими службами и предоставления такой информации на суда оборудованные ECDIS, IHO совместно с IMO разработан международный стандарт обмена картографической информацией и унификации предоставления информации на суда – S-57.

Standard S-57 «IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data» состоит из двух частей: А и В. Часть А содержит каталог картографических объектов (КО), включающий: список классов КО и перечень характеристик (атрибутов) КО. Класс КО – это определенная группа КО, которые считаются эквивалентными друг другу, например, плавучие маяки разных видов. Атрибуты КО – это присущий определенной группе КО набор стандартных характеристик, который считается необходимым и достаточным для описания данного класса КО, например, для плавучих маяков: изображение условного знака, цвет условного знака и ряд других характеристик.

В части В описан формат обмена картографическими данными между странами – членами IHO – формат DX90. Формат – это правила цифрового представления данных и обмена ими – спецификация последовательности и видов представления элементов информации (чисел, текста и др.) на носителе. Набор форматов или комплексный формат определяет структуру информации, представленной на носителе.

Формат DX90 в настоящее время является основным форматом для декодирования и обмена цифровыми картографическими данными. Формат DX90 является частью Стандарта S-57 IHO, поэтому его иногда обозначают S-57/DX90.

Формат DX90 сочетает в себе свойства гибкости и компактности, совместим с другими средствами обмена данными и не ориентирован на определенную нарезку карт. Он позволяет:

- поддерживать несколько уровней обмена цифровыми данными;
- представлять место объекта в географической или прямоугольной системе координат с различными единицами и мерами точности;
- строить карты в различных проекциях;
- хранить описательную информацию для наборов данных;
- добавлять новые записи.

В развитие формата DX90 для обмена картографической информацией между гидрографическими службами и пересылки их пользователям по каналам связи разработан специальный формат MACDIF (Map and chart data inter change format).

В связи с особенностями аппаратной части и программного обеспечения с целью оптимизации обработки и хранения информация в автоматизированных системах навигации представлена во внутрисистемном формате. Однако система, отвечающая стандартам ECDIS, должна обеспечивать конвертацию DX90 во внутренний формат и наоборот. Цифровые данные карты, представленные во внутреннем формате автоматизированной системы навигации, называются системными данными электронной карты.

Для картографической информации принят обменный SHP-формат шейп-файлов.

В комплект обмена вместе с данными всегда должен быть включен файл описания данных (метаданные и описание семантики данных), оформляемый в соответствии с рекомендациями.

Программное обеспечение подготовки данных в заданных форматах

Для рутинных данных применяется ПО соответствующих технологий.

Данные в обменном таблично-текстовом формате могут быть подготовлены с помощью широко распространенных продуктов MsOffice «Excel», «MsAccess» или в худшем случае любого текстового редактора.

Формат GWXF™ используется для обмена электронными картами в приложениях GISWARE®, производимых фирмой ИНГИТ. Картографические данные в формате GWXF™ могут формироваться любыми независимыми средствами или путем перекодировки из известных форматов. Этим

обеспечивается открытость приложения GISWARE® для картографических данных различных производителей.

Обменный формат GWXF™ включает 3 файла с одинаковыми именами.

Первый файл имеет расширение «gwf». Это символьный файл в котором передается общая информация электронной карты – координаты углов, масштаб источника и прочее.

Пример gwf-файла формата GWXF™ имеет вид:

```
[FRAME]
LAT_SouthWest=56.000000
LON_SouthWest=42.000000
LAT_NorthWest=60.000000
LON_NorthWest=42.000000
LAT_NorthEast=60.000000
LON_NorthEast=48.000000
LAT_SouthEast=56.000006
LON_SouthEast=48.000000
[MAP DESCR]
Map Scale=1000000
[FEATURE LENGTH]
Object Code Length=8
Attribute Code Length=2
```

В файле имеются три секции озаглавленные идентификаторами в квадратных скобках.

Секция [FRAME] содержит 8 пар координат углов рамки карты. Идентификаторы начинающиеся с символов LAT – это широты (Latitude), а с символов LON – это долготы (Longitude). Далее в идентификаторе угол указывается в явном виде, т.е.

LAT_SouthWest – широта юго-западного угла рамки карты и т.п. Координаты представляются в градусах с миллионными долями. Северная широты и восточная долгота положительные, южная широта и западная долгота отрицательные. Знак плюс опускается, минус присутствует в явном виде.

Секция [MAP DESCR] содержит знаменатель масштаба источника электронной карты с идентификатором Map Scale.

Секция [FEATURE LENGTH] содержит информацию о длинах кодов в кодировке объектов и атрибутов карты.

Идентификатор Object Code Length – это длина кодов объектов в байтах, а Attribute Code Length – длина кодов атрибутов объектов в байтах.

Второй файл – это база данных в D-base формате, имеющий расширение «dbf». В этом файле передается вся семантическая информация картографических объектов.

База данных должна иметь два обязательных поля и может иметь неограниченное количество полей атрибутивной информации.

Обязательное поле с именем «OBJECT_NUM» типа CHARACTER длиной 5 байтов заполняется уникальными номерами объектов в пределах данной базы. Обязательное поле с именем «OBJECT_COD» типа CHARACTER заполняется в старшем байте признаком характера локализации объекта, а в последующих байтах кодами объектов по кодификатору используемой карты. Длина поля определяется кодификатором. Используются следующие признаки характера локализации объектов:

- A – площадной объект;
- L – линейный объект;
- P – точечный объект.

Имена полей атрибутивной информации всегда начинаются с символа G и подчеркика (G_), за которыми следуют наименования атрибутов по кодификатору используемой карты.

В зависимости от уровня автоматизации операций, информационных ресурсов и функциональных возможностей НИС разделяют на три группы:

- ECDIS (Electronic Chart Display and Information System);
- ECS (Electronic Chart System);
- ECDIS/ECS.

ECDIS – это навигационно-информационная система, удовлетворяющая специальным требованиям ИМО, МГО, МЭК.

Соответствие системы названным требованиям позволяет судоводителям официально использовать ее прокладку на электронной карте вместо прокладки на бумажных картах. Такой статус ECDIS определен правилом 20 главы V Международной конвенции ИМО по безопасности ЖИЗНИ на море (SOLAS-74).

Согласно этому правилу, все суда должны быть снабжены приведенными на уровень современности картами, наставлениями для плавания, пособиями по огням, знакам, радиотехническим средствам, извещениями мореплавателям, таблицами приливов и другими специальными публикациями, необходимыми на предстоящий рейс. Требуемые карты могут быть

обеспечены также путем их представления на экране ECDIS. Это касается и других необходимых на рейс навигационных пособий, информация которых также может быть отображена на экране ECDIS.

Таким образом, ECDIS может быть использована как эквивалент бумажных навигационных карт и пособий для плавания. Это означает не физическую эквивалентность прокладок на электронной и бумажной картах, а юридическое признание использования ECDIS без применения бумажных карт на район плавания.

В ECDIS должны использоваться только векторные электронные карты (ecdis-карты), данные которых подготовлены государственными гидрографическими организациями, стандартизованы по содержанию (Публикация МГО S52), структуре, действующему формату обмена картографической информацией (Публикация МГО S57, v.3) и полностью удовлетворяющие специальным требованиям ИМО. В официальной литературе для этих карт используется сокращенная запись ENC – Electronic navigation chart. Таким образом, используемое сокращение ENC и термин ecdis-карта представляют одно и то же.

ECS – это навигационно-информационные компьютерные системы, не полностью удовлетворяющие требованиям к ECDIS. Применение ECS не освобождает судоводителя от ведения прокладки на бумажных картах. Используемые в таких системах карты, называемые ниже ес-картами, не полностью отвечают специальным требованиям ИМО и МГО. К ECS относятся:

RCDS (Raster Chart Display System) – компьютерные системы с растровыми ЭК;

НИС с векторными ЭК, не полностью удовлетворяющими требованиям к cat is-картам;

НИС с упрощенными ЭК.

ECDIS/ECS представляет собой НИС с «двумя лицами», в англоязычной литературе, так называемые, «dual-fuel ECDIS». Это системы, которые работают как с ECDIS, так и с ECS-картами. Такая ситуация вызвана тем, что в настоящее время нет полного набора ecdis-карт на все районы Мирового океана.

Когда в ECDIS/ECS используются ECDIS-карты, то система имеет статус ECDIS.

Как отмечалось выше, ECDIS представляет собой навигационно-информационную систему с ЭК, соответствующую специальным международным стандартам и требованиям. Эта система работает в реальном масштабе времени и отображает интегрированную картографическую и другую, относящуюся к процессу судовождения, информацию.

Среди предъявляемых к ECDIS требований ниже названы основные.

Минимальные эксплуатационные требования к ECDIS установлены резолюцией ИМО A.817(19), 1995 – Performance standards for electronic chart display and information systems (ECDIS).

Требования к содержанию ENC, к условным обозначениям, к применяемым цветам, к дисплеям определены в специальной публикации Международной гидрографической организации: S52 – Specification for Chart Content and Display of ECDIS, Edition 5, Dec 1996.

Описание формата представления данных ENC на электронных носителях содержится в специальной публикации МГО: S57 – Transfer Standard for Digital Hydrographic Data, edition 3, Nov 1996. Название этого формата соответствует номеру публикации.

Технические требования к ECDIS установлены документами Международной электротехнической комиссии:

International Standard 61174, – «Maritime navigation and Radiocommunication Equipment systems Electronic Chart Display and Information Systems (ECDIS) – Operational and performance requirements, methods of testing and required results», IWS.

Publication 60945, – General Requirements for Shipborn Radio Equipment Forming Part of GMDSS and Marine Navigation Equipment.

Международные требования к взаимодействию морской навигационной аппаратуры изложены в протоколе МЭК 61162 – «Digital Interfaces – Navigation and Radiocommunication Equipment On Board Ship».

На классификационные общества возложена ответственность тестирования НИС на предмет соответствия стандартам и принадлежности к ECDIS. Руководство для тестирования содержится в публикации МЭК 61174.

Навигационно-информационные системы, отвечающие всем предъявляемым требованиям, получают от классификационного общества соответствующий сертификат (Type Approval Certificate) и могут после этого законно называться ECDIS.

На законном основании на судне можно не иметь бумажных карт и использовать электронную прокладку без дублирования ее графической прокладкой на бумажной карте, когда:

1. ECDIS сертифицирована классификационным обществом;

2. ECDIS снабжена одобренной резервной системой, которая имеет достаточные средства для обеспечения безопасного судовождения на оставшейся части рейса и случае выхода ECDIS из строя. Резервная система может иметь ограниченные функции ECDIS, либо полностью дублировать ее. Между основной и резервной системами должна быть возможность обмена информацией. По крайней мере, в резервную систему от основной следует передавать результаты предварительной прокладки и данные всех корректур;

3. При прокладке используются только ECDIS-карты;

4. ECDIS-карты откорректированы по дате использования (приведены на уровень современности).

В случае невыполнения любого из этих требований на судне должен быть комплект откорректированных бумажных карт. При нарушении только второго требования разрешается использовать электронную прокладку без дублирования ее графической прокладкой на бумажной карте.

Выделяют три основных аспекта, обеспечивающие эффективность ECDIS:

- использование точных откорректированных данных, включающих картографическую и всю другую относящуюся к навигации информацию;

- четкое знание возможностей и ограничений всей системы (аппаратных средств, программного обеспечения, данных, датчиков информации, дисплея);

- знание, какую информацию и когда необходимо использовать при решении задач.

Совершенствование ECDIS представляет собой основное направление развития систем с ЭК. ECDIS появилась как система «отображения картографической и навигационно-гидрографической информации» с элементами подготовки решений по управлению движением судна в процессе перехода. Основным путем развития ECDIS состоит в превращении ее в полноценную систему поддержки принятия решений на мостике. С этой целью проводятся обширные работы по расширению числа отображаемых на экране ECDIS морских информационных объектов (МИО) и функций по подготовке решений.

Термин «морские информационные объекты» означает отображаемые на экране элементы, несущие картографическую и другую, относящуюся к навигации информацию. Это различные картографические и навигационно-гидрографические объекты, характеризующие движение собственного судна элементы (позиция, прошлый путь, планируемый маршрут и др.), данные САРП о целях и т.д.

В разработку стандартов отображения МИО для ECDIS были привлечены многие международные организации.

Автоматически управляющая проводкой судна по маршруту система в документах ИМО называется Track control system. Эта система в соединении с датчиками курса, скорости и положения судна должна удерживать судно на линии предварительно заданного маршрута при движении на полном морском ходу и на маневренных скоростях переднего хода. В качестве такой управляющей системы могут выступать:

- реализующий функции управления автоматизированный приемоиндикатор позиционной системы (Глонасс, GPS, DGPS и др.)

- навигационная или навигационно-информационная система (ECDIS, ECS), имеющая режим управления,

- дополнительный модуль авторулевого в соединении с датчиками положения судна и устройством планирования его пути.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс] <http://www.geokosmos.ru>
2. [Электронный ресурс] <http://www.satellite.srd.mtuci.ru>
3. [Электронный ресурс] <http://www.mcc.rsa.ru>
4. [Электронный ресурс] <http://www.online.ru/news>

Смолкина О.Р.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
водных коммуникаций**

**ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОРСКОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ: ГЛОНАСС,
GPS, НАВСТАР**

В настоящее время наиболее эффективным методом создания геодезической сети, включая и геодезические сети сгущения, является метод, связанный со спутниковыми технологиями (ГЛОНАСС, GPS). Однако этот метод требует наличия приемной аппаратуры, высокая стоимость которой препятствует широкому ее использованию. Поэтому наряду с высокoeffективными спутниковыми технологиями используют и традиционные методы. Следует заметить, что при выполнении геодезических работ в закрытых помещениях и в стесненных условиях, когда наблюдение созвездия спутников невозможно или затруднительно, традиционные методы являются единственно возможными для решения многих задач.

Геодезические сети сгущения строят методами триангуляции и полигонометрии для сгущения государственной геодезической сети до плотности, необходимой для создания съемочного обоснования съемок крупного масштаба. Триангуляцию 1-го и 2-го разрядов развивают в открытой и горной местности. Там, где триангуляцию 1 и 2-го разрядов выполнить по условиям местности невозможно или нецелесообразно, развивают полигонометрическую сеть 4-го класса, 1 и 2-го

разрядов. Необходимо отметить, что полигонометрия 4-го класса для крупномасштабных съемок по сравнению с государственной выполняется с пониженной точностью.

При создании полигонометрии выполняют весь комплекс основных геодезических работ: угловые и линейные измерения, нивелирование. Углы на пунктах полигонометрии измеряют способом отдельного угла или круговых приемов оптическими теодолитами типа Т1, Т2, Т5 с точностью центрирования в один мм. Высоты на все пункты полигонометрии передаются нивелированием IV класса или техническим. Линии измеряют непосредственно: светодальномерами, подвесными мерными приборами или косвенно – длины сторон хода вычисляют по вспомогательным величинам.

При проведении различных народнохозяйственных, в том числе и землеустроительных, мероприятий на большой территории необходимы топографические карты и планы, составленные на основе сети геодезических пунктов, плановое положение которых на земной поверхности определено в единой системе координат, а высотное – в единой системе высот. При этом геодезические пункты могут быть только плановыми или только высотными или одновременно – плановыми и высотными.

Сеть геодезических пунктов располагается на местности согласно составленному для нее проекту. Пункты сети закрепляются на местности особыми знаками.

Построенная на большой территории в единой системе координат и высот геодезическая сеть дает возможность правильно организовать работу по съемке местности. При наличии такой сети съемка может производиться независимо в разных местах, что не вызовет затруднения при составлении общего плана или карты. Кроме того, использование сети геодезических пунктов приводит к более равномерному распределению по территории влияния погрешностей измерений и обеспечивает контроль выполняемых геодезических работ.

Геодезические сети строятся по принципу перехода от общего к частному, т.е. вначале на большой территории строится редкая сеть пунктов с очень высокой точностью, а затем эта сеть сгущается последовательно по ступеням пунктами, построение которых производится на каждой ступени с меньшей точностью. Таких ступеней сгущения бывает несколько. Сгущение геодезической сети производится с таким расчетом, чтобы в результате получилась сеть пунктов такой плотности (густоты) и точности, чтобы эти пункты могли служить непосредственной опорой для предстоящей съемки.

Плановые геодезические сети строятся в основном методами триангуляции, полигонометрии и трилатерации.

Метод триангуляции состоит в том, что строят сеть треугольников, в которой измеряют все углы треугольников и как минимум две стороны на разных концах сети (вторую сторону измеряют для контроля измерения первой стороны и установления качества всей сети). По длине одной из сторон и углам треугольников определяются стороны всех Треугольников сети. Зная дирекционный угол одной из сторон сети и координаты одного из пунктов, можно затем вычислить координаты всех пунктов.

Метод полигонометрии заключается в построении сети ходов, в которых измеряют все углы и стороны. Полигонометрические ходы отличаются от теодолитных более высокой точностью измерения углов и линий. Этот метод применяется обычно в закрытой местности. Внедрение в производство электромагнитных дальномеров делает целесообразным применение полигонометрии и в открытой местности.

Метод трилатерации состоит в построении сети треугольников с измерением всех сторон треугольников. В некоторых случаях создаются линейно-угловые сети, представляющие собою сети треугольников, в которых измерены стороны и углы (все или в необходимом их сочетании).

Плановые геодезические сети делятся на государственную геодезическую сеть; сети сгущения первого и второго разрядов; съемочное обоснование – съемочную сеть и отдельные пункты.

Опорная межевая сеть (ОМС) – геодезическая сеть специального назначения (ГССН), которая создается для геодезического обеспечения государственного земельного кадастра, мониторинга земель, землеустройства и других мероприятий по управлению земельным фондом страны.

Межевые сети создают в случаях, когда точность и плотность существующих геодезических сетей не соответствуют требованиям, предъявляемым при их построении.

Опорная межевая сеть подразделяется на два класса: ОМС1 и ОМС2. Точность их построения характеризуется средними квадратичными погрешностями взаимного положения смежных пунктов соответственно не более 0,05 и 0,10 м. Расположение и плотность пунктов ОМС (опорных межевых знаков – ОМЗ) должны обеспечивать быстрое и надежное восстановление на местности всех межевых знаков. Плотность пунктов ОМС на один квадратный км должна быть не менее 4-х пунктов в черте города и 2-х пунктов – в черте других поселений, в небольших поселениях – не менее 4-х пунктов на один населенный пункт. На землях сельскохозяйственного назначения и других землях необходимая плотность пунктов ОМС обосновывается расчетами исходя из требований, предъявляемых к планово-картографическим материалам.

Пункты ОМС по возможности размещают на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности, с учетом их доступности. Пункты ОМС могут не совпадать с межевыми знаками границ земельного участка.

Опорная межевая сеть должна быть привязана не менее чем к двум пунктам государственной геодезической сети. Плановое и высотное положение пунктов ОМС рекомендуется определять с использованием геодезических спутниковых систем (GPS или ГЛОНАСС) в режиме статических наблюдений. При отсутствии такой возможности плановое положение пунктов может определяться методами триангуляции и полигонометрии, геодезическими засечками, лучевыми системами, а также фотограмметрическим методом (для ОМС2); высоты опорных межевых знаков определяются геометрическим или тригонометрическим нивелированием.

Плановое положение пунктов ОМС определяют обычно в местных системах координат. При этом должна быть обеспечена связь местных систем координат с общегосударственной системой координат. Высоты пунктов определяют в Балтийской системе высот.

Для обозначения границ земельного участка на местности на поворотных точках границ закрепляют межевые знаки, положение которых определяют относительно ближайших пунктов исходной геодезической основы. Границы участков, проходящие по «живым урочищам», закрепляют межевыми знаками только на стыках с суходольными границами.

Съемочная сеть – это совокупность точек, определяемых на местности дополнительно к пунктам государственной геодезической сети для непосредственного обеспечения топографических съемок.

Точки съемочной сети определяются аналитическим способом – триангуляцией, теодолитными ходами, засечками и графическим способом – при помощи мензулы и кипрегеля. Исходной основой для развития съемочных сетей служат пункты государственной геодезической сети.

При составлении проекта съемочной сети рекогносцировки местности с целью определения мест установки ее пунктов нужно руководствоваться следующим:

1. между пунктами съемочной сети должны быть обеспечены взаимная видимость и благоприятные условия для измерения линии;
2. в застроенной территории ходы должны прокладываться так, чтобы обеспечить благоприятные условия для съемки зданий и сооружений;
3. местоположение пунктов съемочной сети должно обеспечивать удобную установку геодезических приборов при построении съемочного обоснования съемочных работ;
4. пункты съемочной сети нужно помещать на непахотные земли в таких местах, которые обеспечивают их сохранность;
5. на застроенных территориях пункты съемочной сети следует помещать так, чтобы их местоположение в случае утраты можно было восстановить по линейным разметкам от опорных контуров местности;
6. в проект съемочной сети рекомендуется также включать ориентированные местные предметы;
7. при положении теодолитных ходов в застроенной территории следует предусматривать установку и определение створных точек.

Плановые съемочные сети создаются построением триангуляции, проложением теодолитных ходов, прямыми, обратными и комбинированными засечками, методами спутниковой геодезии и положений электронных тахеометрических ходов. Съемочной сетью могут служить теодолитные, тахеометрические ходы с привязкой их к исходной сети.

При развитии съемочного обоснования определяют, как правило, расположение точек в плане и по высоте. Высоты точек съемочного обоснования определяют геометрическим и тригонометрическим нивелированием.

Техническое нивелирование применяется для высотного обоснования съёмок с сечением рельефа в 1 метр и менее. Предельно допустимые длины ходов при сечении рельефа:

$$h = 0,25 \text{ м} - L = 2 \text{ км}$$

$$h = 0,25 \text{ м} - L = 2 \text{ км}$$

$$h = 0,25 \text{ м} - L = 2 \text{ км}$$

Чем меньше сечение, тем меньше ход.

Пункты съёмочной сети закрепляются на местности деревянными кольями с окопкой вокруг них. Межевые точки закрепляются столбами с окопкой их кургана.

В целях большей сохранности геодезических знаков выбирают по возможности такие места для геодезических пунктов, которые обеспечивали бы сохранность знаков: перекрёсток дорог, опушки леса и другие участки мало подверженные изменениям.

Средние ошибки положения пунктов плановой съемочной сети относительно ближайших пунктов геодезических сетей не должны превышать в открытых районах 0,1 мм в масштабе плана, и в лесных районах 0,15 мм.

Средние ошибки высот пунктов съемочной сети относительно ближайших пунктов геодезической сети не должны превышать в равнинной местности 1/10, а в горной и предгорной 1/6 высоты сечения рельефа, принятой для съемки данного масштаба.

Количество закрепляемых на местности точек, тип центров и знаков съемочной основы на каждом плане определяются проектом в соответствии с требованием технических инструкций, и съемочная основа строится в виде сетей теодолитных ходов или геометрических сетей.

Система координат 1995 года (СК-95) установлена Постановлением Правительства РФ от 28.07.2002 г № 586 «Об установлении единых государственных систем координат». Используется при осуществлении геодезических и картографических работ, начиная с 1 июля 2002 года.

До завершения перехода к использованию СК правительство РФ постановило использовать единую систему геодезических координат 1942 года, введенную Постановлением Совета министров СССР от 07.04.1996 г № 760.

Целесообразность введения СК-95 состоит в повышении точности, оперативности и экономической эффективности решения задач геодезического обеспечения, отвечающего современным требованиям экономики, науки и обороны страны. Полученные в результате совместного уравнивания координат пунктов космической государственной сети (КГС), доплеровской геодезической сети (ДГС) и астрономо-геодезической сети (АГС) на эпоху 1995 г, Система координат 1995 г закреплена пунктами государственной геодезической сети.

СК-95 строго согласована с единой государственной геоцентрической системой координат, которая называется «Параметры Земли 1990г.» (ПЗ-90). СК-95 установлена под условием параллельности её осей пространственным осям СК ПЗ-90.

За отсчётную поверхность в СК-95 принят референц эллипсоид.

Точность СК-95 характеризуется следующими средними квадратическими ошибками взаимного положения пунктов по каждой из плановых координат: 2–4 см. для смежных пунктов АГС, 30–80 см. при расстояниях от 1 до 9 тыс. км между пунктами.

Точность определения нормальных высот в зависимости от метода их определения характеризуется следующими средними квадратическими ошибками:

6–10 см. в среднем по стране из уровня нивелирных сетей 1 и 2 классов;

20–30 см из астрономо-геодезических определений при создании АГС.

Точность определения превышений высот квазигеоида астрономогравиметрическим методом характеризуется следующими средними квадратическими ошибками:

от 6 до 9 см при расстоянии 10–20 км;

от 30 до 50 см при расстоянии 1000 км.

СК-95 отличается от СК-42:

1. Повышением точности передачи координат на расстояние свыше 1000 км в 10–15 раз и точностью взаимного положения смежных пунктов в государственной геодезической сети в среднем в 2–3 раза;

2. Одинаковой точностью расстояния системы координат для всей территории РФ;

3. Отсутствием региональных деформаций государственной геодезической сети, достигающих в СК-42 нескольких метров;

4. Возможностью создания высокоэффективной системы геодезического обеспечения на основе использования глобальных навигационных спутниковых систем: ГЛОНАСС, GPS, НАВСТАР.

Развитие астрономо-геодезической сети для всей территории СССР было завершено к началу 80х годов. К этому времени стала очевидность выполнения общего уравнивания АГС без разделения на ряды триангуляции 1-го класса и сплошные сети 2 класса, т. к. отдельное уравнивание приводило к значительной деформациям АГС.

В мае 1991 года общее уравнивание АГС было завершено. По результатам уравнивания были установлены следующие характеристики точности АГС:

1. Средняя квадратическая ошибка направлений – 0,7 секунды;

2. Средняя квадратическая ошибка измеренного азимута 1,3 секунды;

3. Относительная средняя квадратическая ошибка измерения базисных сторон 1/200000;

4. Средняя квадратическая ошибка смежных пунктов 2–4 сантиметра;

5. Средняя квадратическая ошибка передачи координат исходного пункта на пункты на краях сети по каждой координате 1 метр.

Уравненная сеть включала в себя:

– 164306 пунктов 1 и 2 класса;

– 3,6 тысяч геодезических азимутов, определенных из астрономических наблюдений;

– 2,8 тысяч базисных сторон через 170–200 км.

Совместному уравниванию подвергались астрономо-геодезическая сеть доплеровская и КГС.

Объём астрономо-геодезической информации обработанной при совместном уравнивании для установления СК-95 превышает на порядок объём измерительной информации.

В 1999 году Федеративная служба геодезии и картографии (ФСГиК) ГГС качественно нового уровня на основе спутниковых навигационных систем: Глонасс, GPS, Навстар. Новая ГГС включает в себя геодезические построения различных классов точности:

1. ФАГС (фундаментальные);

2. Высокоточные ВГС;

3. Спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС 1);
4. Астрономогеодезическая сеть и геодезические сети сгущения.

WGS-84 сейчас стала международной системой навигации. Все аэропорты мира, согласно требованиям ICAO, определяют свои аэронавигационные ориентиры в WGS-84. Россия не является исключением. С 1999 г. издаются распоряжения о ее использовании в системе нашей гражданской авиации (Последние распоряжения Минтранса №НА-165-р от 20.05.02 г. «О выполнении работ по геодезической съемке аэронавигационных ориентиров гражданских аэродромов и воздушных трасс России» и №НА-21-р от 04.02.03 г. «О введении в действие рекомендаций по подготовке... к полетам в системе точной зональной навигации...», см. www.szgcai.ru), но до сих пор нет ясности в главном – станет ли эта информация открытой (иначе она теряет смысл), а это зависит от совсем других ведомств, к открытости не склонных. Для сравнения: координаты концов взлетно-посадочной полосы аэродрома с разрешением 0,01" (0,3 м) сегодня выдают Казахстан, Молдова и страны бывшей Прибалтики; 0,1" (3 м) – Украина и страны Закавказья; и только Россия, Белоруссия и вся Средняя Азия открывают эти важнейшие для навигации данные с точностью 0,1' (180 м).

У нас есть и своя общемировая система координат, альтернатива WGS-84, которая используется в ГЛОНАСС. Она называется ПЗ-90, разработана нашими военными, и кроме них, по большому счету, никому не интересна, хотя и возведена в ранг государственной.

Наша государственная система координат – «Система координат 1942 года», или СК-42, (как и пришедшая ей недавно на смену СК-95) отличается тем, что, во-первых, основана на эллипсоиде Красовского, несколько большем по размерам, чем эллипсоид WGS-84, и во-вторых, «наш» эллипсоид сдвинут (примерно на 150 метров) и слегка развернут относительно общемирового. Всё потому, что наша геодезическая сеть покрыла шестую часть суши еще до появления всяких спутников. Эти отличия приводят к погрешности GPS на наших картах порядка 0,2 километра. После учета параметров перехода (они имеются в любом Garmin'e) эти погрешности устраняются для навигационной точности. Но, увы, не для геодезической: точных единых параметров связи координат не существует, и виной тому локальные рассогласования внутри государственной сети. Геодезистам приходится для каждого отдельного района самим искать параметры трансформирования в местную систему.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс]: <http://www.geokosmos.ru>
2. [Электронный ресурс]: <http://www.satellite.srd.mtuci.r>
3. [Электронный ресурс]: <http://www.mcc.rsa.ru>
4. [Электронный ресурс]: <http://www.terraspace.ru/activity/geodez/library>
5. [Электронный ресурс]: http://www.rssi.ru/SFCSIC/SFCSIC_main.html
6. [Электронный ресурс]: <http://www.online.ru/news>

Юрин И. В. Глущенко Е. А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
водных коммуникаций**

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИЙ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

В настоящее время Интернет используется практически во всех областях человеческой деятельности. Благодаря глобальной сети, появилась возможность обмениваться информационными и управляющими цифровыми сигналами. Это открывает огромные перспективы для речного судоходства. Если системы корабля подключить к высокоскоростным беспроводным каналам передачи данных, это даст дополнительные возможности для оптимизации существующих, и добавления новых информационных служб.

Предполагается дублировать такие службы как:

- службы путевой информации;
- связь на внутренних водных путях;
- Интернет;
- службы информации о движении флота;
- отображение текущей дислокации флота;
- отображение долгосрочной дислокации флота;
- службы управления движением флота;
- управление движением флота в зоне ответственности (локальная Система Управления

Движением Судов);

- управление работой шлюзов и мостов;
- рейсовое планирование;
- статистика;
- информация о тарифах и сборах.

Все эти службы предполагают передачу управляющих либо информационных сигналов к береговой станции, либо к другим кораблям. Относительно канала судно–берег ситуация примерно

ясна. Судно либо береговая станция отправляет запрос на установку соединения, и, с помощью специального программного обеспечения, организуется защищенный канал передачи информации.

Если рассматривать широкоэвещательные запросы, то здесь можно использовать специальное программное обеспечение, которое будет отслеживать все корабли, находящиеся в данный момент в зоне доступа. Идентифицировать корабли предлагается по MAC – адресу (от англ. Media Access Control — управление доступом к среде) беспроводного устройства. Каждое установленное на судно устройство нужно будет внести в единую базу данных, которая будет храниться на береговых станциях, рисунок 1. Вся информация должна проходить через береговые СУДС.

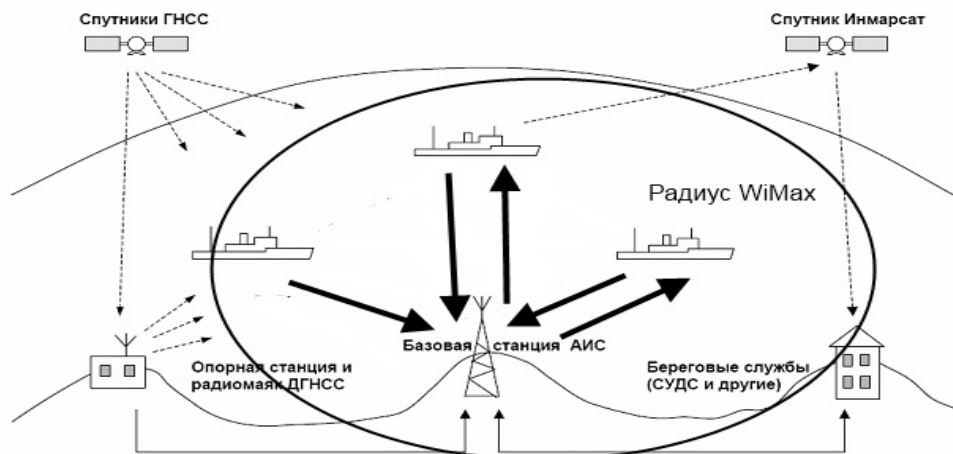


Рис. 1. Схема построения связи между судами

1. Интернет как канал передачи информации

Технология WiMax обеспечит скорость передачи информации сначала от 2 до 10 Мбит/с, а затем, с введением второй версии стандарта 802.16, до 300Мбит/с. Но данная технология – это только инструмент для транспортировки информационных и управляющих сигналов. Чтобы полноценно использовать уже существующую инфраструктуру, необходимо внедрять и активно применять все имеющиеся возможности Интернет в АСУ ДС, такие как:

- текстовые сообщения;
- голосовые сообщения (IP–телефония);
- видео сообщения;
- удаленное управление отдельными узлами корабля;
- широкоэвещательная рассылка информационных сообщений.

Соседние базовые станции должны находиться в пределах прямой видимости, что позволяет устанавливать постоянное соединение с использованием режима СВЧ (сверхвысокие частоты 10–66 ГГц) радиосвязи (line-of-sight). Данное соединение в идеальных условиях позволяет передавать данные со скоростью до 120 Мбит/с.

2. Текстовые сообщения

В данном применении Интернет расценивается как информационное текстовое табло. Здесь можно обеспечить устойчивый канал связи, настроить программное обеспечение, и получать от береговых СУДС текстовую информацию в прямом эфире. Это может выглядеть как информационное табло, на котором будут отображаться такие службы как:

- информация от местной гидрометеослужбы;
- информация о тарифах и сборах;
- местные навигационные предупреждения;
- дифференциальные поправки для ГЛСС;
- данные о судах, сопровождаемых СУДС;
- статистика.

Бывает довольно удобно в реальном времени отслеживать данного рода информацию. Это позволит обеспечить быстрый доступ к актуальной информации на протяжении всего пути следования судна.

3. Голосовые сообщения

Максимально быстро и понятно информацию до человека легче всего донести при помощи голоса. Не всегда есть возможность применить мобильную связь, а в некоторых районах она достаточно дорога, либо сигнала базовой станции нет вообще. В этом случае, при помощи свободно распространяемого программного обеспечения (ПО), либо лицензионного ПО, можно совершать телефонные звонки или быть на связи без перерыва. Здесь сможет помочь VoIP (Voice over IP)–телефония.

Безопасность переговоров необходимо обеспечить, применяя виртуальные частные сети (VPN – Virtual Private Network). Любую программу для VoIP телефонии следует устанавливать, используя VPN – канал.

В этом случае, перехватить или подменить голосовые сообщения будет практически невозможно. Но даже в этом случае необходимо применять специальные опознавательные знаки, которые должны регулярно меняться.

4. Видео сообщения

Передача видеосигнала на расстояние без проводов была до недавнего времени непозволительной роскошью. Высокая стоимость передачи и приема Интернет-трафика, а так же ограничения по скорости передачи данных не позволяло применять данного рода услугу на водном транспорте.

Между тем, видеонаблюдение может позволить не только выйти на новый уровень коммуникаций между судами и берегом, но так же существенно повысить безопасность экипажа и самого корабля в процессе совершения рейса по реке. В данном случае беспроводные видеокамеры можно установить в ключевых отсеках корабля: в рубке, в моторном отсеке и на палубе.

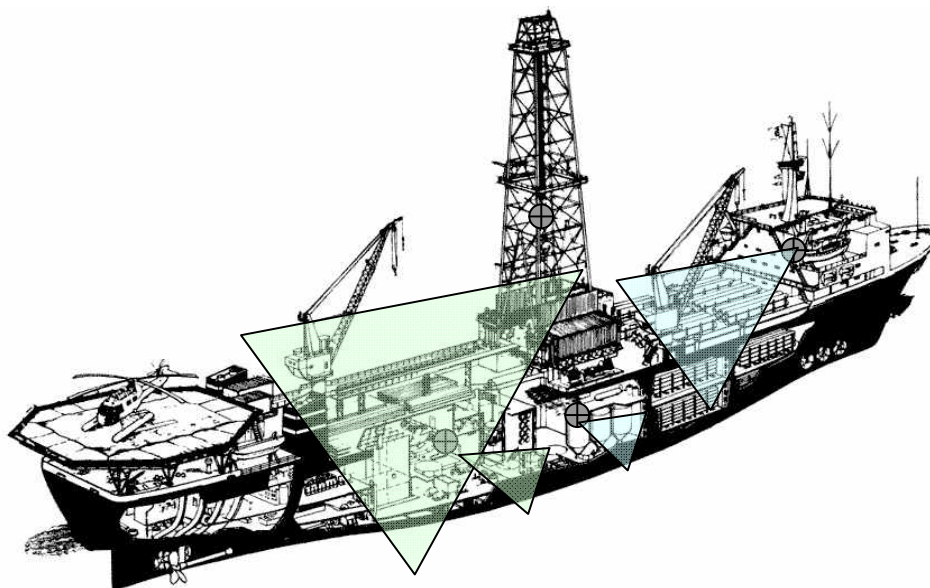


Рис. 2. Возможные места размещения камер наблюдения

На рисунке 2 показаны места на судне, где могут быть закреплены видеокамеры.

Можно предусмотреть несколько вариантов связи наземных СУДС с судами:

1. Подключение через Интернет и скачивание накопленных архивов каждые несколько часов.
2. Подключение в режиме on-line вручную оператором в любое время к любому судну и любой видеокамере.

3. Включение камер только в случае каких-либо запрограммированных событий (например, срабатывание датчика движения). Затем можно использовать описанные выше варианты.

4. Непрерывная трансляция с камер корабля на берег в процессе всего нахождения судна в зоне действия WiMax.

5. Установка видеосоединения по графику

Данный вид контроля судов предполагает установление связи по определенному расписанию. Регулярный контроль за работой приборов судна может позволить избежать каких-либо проблем, связанных с износом оборудования

6. Периодическое видеонаблюдение в реальном времени

Оператор сам решает когда подключаться и просматривать камеры и датчики, установленные на судне. Этот метод подходит для профилактики чрезвычайных ситуаций, связанных с возможными неисправностями оборудования.

7. Подключение в случае определенных событий

В этом случае подключение к видеокамерам и другим приборам судна удаленно осуществляется только при возникновении какого-либо заранее определенного события. При срабатывании датчиков задымления, объема, движения сигнал подается на пульт диспетчера, который оперативно подключается и проводит мониторинг судна. Данный вид подключения к судну подходит, если было принято решение сократить количество экипажа на борту.

8. Непрерывная видеотрансляция

Непрерывное видеонаблюдение на борту судна может быть использовано для обучения студентов вузов. В этом случае появляется возможность студентам в любое время с любого компьютера подключаться к судам, на которых установлено такое оборудование, и наблюдать за приборами и за процессом управления.

Доступ к данному рода информации необходимо будет ограничить. К примеру, можно создать защищенный web-ресурс, который будет проводить аутентификацию пользователей. На таком сайте можно будет выбрать активные на данный момент видеокамеры, и снимать информацию с приборов судна.

9. Удаленное управление

Нельзя исключать возможности управления различными узлами судна на расстоянии. В этом случае отпадает необходимость в постоянном присутствии человека около определенного рода приборов, требующих совершения каких-либо действий. Естественно, необходим уверенный прием сигнала, а так же резервный канал связи и система оповещения команды судна в случае каких-либо сбоев в работе системы.

10. Широковещательная рассылка

Еще одним применением высокоскоростного Интернет-канала в судах является использование широковещательных сообщений. Так называемая групповая рассылка может применяться для рассылки новостей, прогноза погоды, каких-то общих рекомендаций и т.п. Широковещательная рассылка в основном предполагает передачи информации в открытом виде. Следовательно, это необходимо учитывать при использовании данного рода канала связи.

11. Медицинская помощь

Речной транспорт – это источник повышенной опасности жизни и здоровью человека. Часто бывает необходимым оперативно оказать медицинскую помощь, но на борту не оказывается врачей.

Благодаря высокоскоростному доступу в Интернет появится возможность врачу на расстоянии поставить предварительный диагноз и дать необходимые консультации.

12. Достоинства стандарта 802.16 применительно к АСУ ДС

Основными достоинствами стандарта 802.16е является мобильность и скорость передачи данных. Этот стандарт разрабатывался непосредственно для применения в мобильных терминалах. В отличие от предыдущих версий, в нем реализованы функции хэндовера, позволяющие абоненту быть на связи при движении на скорости до 150 км/час. Это более чем достаточно для судов, путешествующих по рекам и каналам. Побочным положительным эффектом от размещения базовых станций по периметру всего водного пути является обеспечение широкополосным доступом в глобальную сеть целого ряда городов, сел и деревень. Это в значительной мере будет способствовать внедрению информационных технологий в отдаленные регионы страны.

13. Недостатки и ограничения стандарта 802.16

Основными недостатками стандарта 802.16 являются: высокая чувствительность к помехам, повышение вероятности перехвата передаваемой информации и возможность реализации атаки отказа в обслуживании при помощи аппаратов, генерирующих белый шум. Стоимость оборудования и монтажных работ так же являются недостатками, но они со временем окупятся.

Заключение

Сейчас активно применяется стандарт 802.16е, в то время как в начале 2011 года планируется внедрить вторую версию мобильного WiMax 802.16m. Основным нововведением данного стандарта будет являться использование нескольких антенн для передачи и приема сигналов MIMO (multiple-input/multiple-output). В этом случае скорость приема информации будет составлять до 300 Мбит/с. Так называемый Mobile WiMAX Release 2.0 обеспечивает полную обратную совместимость с решениями Mobile WiMAX Release 1.0 (802.16е). Это позволит без каких либо крупных затрат в дальнейшем перейти на него. В идеале мы получим водные пути, погруженные в беспроводной широкополосный канал связи. И чем надежнее, безопаснее и быстрее будет связь, тем больше возможностей для ее применения будет появляться.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вишневецкий В. М., Широкополосные беспроводные сети передачи информации. Изд-во техносфера. 592 с М. 2005.
2. Гейер Джим. Беспроводные сети. Первый шаг: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005. – 192 с
3. Гепко И. А., Москаленко А. А., Бондаренко А. В. Возможности обеспечения информационной безопасности в стандартах сотовой связи 2-го и 3-го поколений // Зв'язок. – 2006. – №5. – С.29–33.
4. Сюваткин В. С., Есипенко В. И. WiMAX технология беспроводной связи: теоретические основы, стандарты, применение, Санкт-Петербург «БХВ-Петербург», 2005. 356с.
5. [Электронный ресурс] <http://standards.ieee.org/regauth/groupmac/tutorial.html>
6. [Электронный ресурс] <http://www.wimaxforum.ru/technology/>



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ

Воронин И.В.

Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова

ДИЗАЙН ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ

В последние 10-15 лет для высшего образования в России характерен процесс постоянных изменений, которые продолжают по сей день в связи с переходом на ФГОС 3-го поколения и двухступенчатую кредитно-модульную систему высшего образования.

Для эффективного планирования учебного процесса была разработана информационная система учебно-методического управления, которая функционирует на базе единой корпоративной сети ВУЗа и состоит из ядра системы, установленного на центральном сервере, и подсистем: учебные планы, планирование учебной работы, составление расписаний, администрирования, а также ряда модулей, расширяющих функциональность и предоставляющих различную аналитическую информацию.

Подсистема «Учебные планы» обеспечивает подготовку рабочих учебных планов (РУП) в соответствии с государственными образовательными стандартами (ГОС ВПО). В основу этой подсистемы были положены следующие основные принципы:

- составление РУП на основе шаблона, формируемого подсистемой непосредственно по требованиям соответствующего ГОС ВПО;
- составление РУП в интерактивном режиме с диагностикой отклонений от требований ГОС и дополнительных требований, установленных в ВУЗе;
- возможности непосредственного использования подготовленного РУП для автоматизированного планирования учебной работы и аккредитационной экспертизы (путем конвертирования в формат ИМЦА).

Подсистема «Планирование учебной работы» предназначена для формирования учебных потоков с рациональным использованием ресурсов ВУЗа, расчета нагрузки и получения аналитических и статистических документов. В основу этой подсистемы были положены следующие основные принципы:

- возможности гибкого формирования учебных потоков, в том числе при необходимости из групп разных факультетов, курсов и форм обучения;
- учет разнообразных схем организации учебных занятий в отдельных группах и потоках;
- работа в автоматическом режиме с возможностью ручной корректировки.

Подсистема «Составление расписаний» предназначена для составления расписания учебных занятий и экзаменов с учетом большого количества индивидуальных пожеланий преподавателей (в БГТУ индивидуальные пожелания поступают более чем от 70% преподавателей, из которых более 95% удается удовлетворить) и высокой загруженности аудиторного фонда.

Система внедрена в промышленную эксплуатацию в Балтийском государственном техническом университете «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова и обеспечивает планирование учебного процесса с 2005-го года, организуя совместную работу порядка 100 пользователей, функционирует на базе корпоративной сети и при необходимости может обеспечивать работу удаленных филиалов, расположенных в разных городах

Система рекомендована к использованию Научным советом по информатизации Санкт-Петербурга и участниками межвузовского семинара в Санкт-Петербургском государственном университете технологии и дизайна, состоявшегося 28 апреля 2010 в рамках подготовки к проведению XII Санкт-Петербургской международной конференции «Региональная информатика 2010» с участием представителей Объединенного учебно-методического совета по направлению 230200 - «Информационные системы» Учебно-методического объединения вузов (УМО) России по университетскому политехническому образованию.

Вус М.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ПЕРВЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ**

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова возродил традиции проведения Съездов школьных учителей-предметников. Съезды учителей рассматриваются сегодня как инструмент восстановления сущностного единства средней и высшей школы. Их цель – посредством диалога школьного учителя и вузовского преподавателя достичь согласования качества образования, наполнения его содержания научным дыханием и пониманием высоких интеллектуальных стандартов, которые должны быть едиными для школы и вуза.

В начале XX века в дореволюционной России были проведены два Всероссийских Съезда преподавателей математики. Почти столетие спустя учителя математики собирались на Всероссийской конференции «Математика и общество. Математическое образование на рубеже веков» в Дубне (2000 г.). А в октябре 2010 г. в стенах МГУ проводился Всероссийский Съезд учителей математики. Выступая на том съезде, ректор МГУ академик В.А. Садовничий особо подчеркнул роль учителя, приведя такой исторический пример: «Отец-основатель кибернетики Янош фон Нейман и лауреат Нобелевской премии по физике Юджин Вигнер в школе учились у одного учителя математики – Ласло Ратца. Вот что значит Учитель!».

24-26 марта 2011 г. в МГУ прошел Всероссийский Съезд учителей информатики. На Съезде, собравшем почти тысячу делегатов из 71 субъекта Российской Федерации, а также представителей Белоруссии, Азербайджана, Казахстана, Киргизии и Туркменистана прошло широкое обсуждение состояния и перспектив развития школьного образования в области информатики и информационно-коммуникационных технологий в контексте основных принципов Национальной образовательной инициативы «Наша новая школа».

В выступлениях участников Съезда (на заседаниях которого было заслушано около сотни докладов), в дискуссиях на круглых столах был дан анализ 25-летнего опыта преподавания общеобразовательного курса информатики в отечественной школе, оценка современных проблем школьной информатики и обсуждены перспективы развития предмета в связи с переходом к новым образовательным стандартам.

Предмет, четверть века изучаемый в школе и первоначально называвшийся «Основы информатики и вычислительной техники», ныне именуется «Информатика и ИКТ». Справедливости ради необходимо отметить, что первый опыт обучения школьников программированию на ЭВМ относится к началу 1960-х годов. (Свое 50-летие только что отметил санкт-петербургский Физико-математический лицей № 239.) Информатика с самого начала своего становления в качестве школьного учебного предмета ставила задачу развития мышления: школьного, алгоритмического, операционного, логического.

В ходе двадцатипятилетнего развития школьной информатики она двигалась от преимущественного изучения алгоритмики (включая её «безмашинный» вариант) к преимущественному освоению компьютерных технологий. Это было связано как с совершенствованием цифровых технологий, расширением области их применения, так и с улучшением оснащения школ компьютерной техникой. Если в середине 80-х годов XX века все старшеклассники изучали основы алгоритмизации и программирования, то сейчас в базисном учебном плане предусмотрена инвариантность обучения информатике в зависимости от выбранного профильного направления.

В последние годы становится все более модным компетентностный подход к образованию. В этой связи не следует забывать, что среди ключевых компетентностей в современном информационном обществе особую роль играет компетентность в области информационных и коммуникационных технологий. Трудно представить себе современного специалиста любой неинформационной сферы деятельности, не владеющего компьютерными технологиями на уровне профессионального пользователя.

Еще один из пионеров-родоначальников школьной информатики, первый председатель Оргкомитета нашей конференции академик А.П. Ершов (которому сегодня исполнилось бы 80 лет) сформулировал компетенции, которые следует формировать у выпускников школы.

Это: – умение строить информационные модели для описания объектов и систем;

– умение планировать структуру действий, необходимых для достижения цели при помощи фиксированного набора средств;

– умение организовать поиск информации, нужной для решения поставленной задачи;

– умение структурировать общение в соответствии с компетенцией сторон;

– приобретение навыка обращения к компьютеру при решении задач из разных предметных областей;

– умение использовать информационно-сетевые средства, позволяющие работать с удаленными информационными фондами и участвовать в диалоговых и коллективных видах деятельности;

— освоение технических навыков взаимодействия с компьютером, в частности, в организации обмена информацией между компьютером и современной цифровой мультимедийной периферийной аппаратурой.

После принятия в 1993 году «Закона об образовании», провозгласившего концепцию образовательных стандартов, изменилась парадигма компьютерной грамотности: от программирования к пользовательскому уровню работы на персональном компьютере. Еще в 1995 году Решением Коллегии Минобразования РФ были рекомендованы три этапа сквозного (с 1 по 11 классы) изучения информатики, однако это прогрессивный посыл не получил своего развития на практике.

Цели обучения информатике много шире и разнообразнее, чем это принято считать. Одной из основных задач курса информатики и информационно-коммуникационных технологий является подготовка творческих учащихся к жизни в информационном обществе. На практике же сегодня имеет место множество разных проблем. В их числе, например, такие как цифровое неравенство участников образовательного процесса, проблемы с учебниками, когда часть информации в них устаревает еще до выхода из типографии, и др. Развивающий потенциал информатики как учебной дисциплины реализуется недостаточно эффективным образом. Недостаточна поддержка информатизации образовательного процесса со стороны органов управления образованием. К тому же в первоначальном проекте ГОС второго поколения информатика чуть было вообще не исчезла из федерального образовательного компонента?!

В опубликованной Минобрнауки версии проекта стандарта для полной средней школы информатика объединяется в одну предметную область с математикой и, как большинство общеобразовательных предметов, является дисциплиной по выбору. Но из-за установленных ограничений на включение в учебный план 1-2 предметов из одной предметной области «информатика по определению оказывается вне игры, поскольку для сдачи обязательного ЕГЭ по математике нужно учить алгебру и геометрию, а информатика – третий лишний».

I. Открывший работу Съезда ректор МГУ академик В.А. Садовничий в своем докладе отметил исключительную стратегическую важность информационных технологий для современной жизни и постоянно ускоряющийся темп их изменений. При этом он особо подчеркнул, что информационные технологии сегодня реально вторгаются в сферу социальных отношений: «Если раньше воспитание шло в режиме ребёнок – взрослый, то теперь компьютер, Интернет стал еще одним значимым так сказать «взрослым», от которого ребёнок тоже, хотим мы этого или не хотим, учится жизни». В процессе школьной практики, необходимо готовить учащихся к грамотному, современному информационному поведению в условиях информационной избыточности глобальной среды Интернета.

Главную цель российской образовательной политики – обеспечение современного качества образования – невозможно достичь без включения инновационных идей, технологий и проектов в образовательный процесс. Современное образование должно учить мыслить, находить нестандартные решения в разных ситуациях и отстаивать собственную позицию. В то же время постоянно растет потребность страны в специалистах – профессионалах в области информационно-коммуникационных технологий, а не только в грамотных пользователях.

Последнее обстоятельство с необходимостью возвращает нас от пользовательской информатики к фундаментальной. Тем более, что информатика имеет очень большое и все возрастающее число междисциплинарных связей, причем как на уровне понятийного аппарата, так и на уровне инструментария. Можно сказать, что она представляет собой «метадисциплину», которая обладает общенаучным языком. Из этого следует, что информатика во всё большей степени должна становится базовой школьной дисциплиной – такой, как физика и математика. Она должна давать основы фундаментальных научных знаний в связи с их приложениями в окружающем мире. Многие выступающие отмечали также, что при изучении как правовых, так и профессиональных дисциплин следует усилить внимание вопросам информационной безопасности.

Выступавшие на Съезде подчеркивали, что сокращение количества или отсутствие часов, отводимых учебными планами на изучение информатики и ИКТ, отрицательно влияет на качество образования по всем школьным предметам. А отсутствие ЕГЭ по информатике в перечне обязательных вступительных испытаний в вузах, готовящих ИТ-специалистов, оказывает прямое негативное влияние на качество образования в области информатики. В то же время в одном из докладов была дана образная оценка: «ЕГЭ – это взятка, которую правительство дало населению за то, что не сумело или не захотело обеспечить достойный средний уровень школьного образования».

Информатика сегодня обеспечивает научную базу для формирования глобального информационного общества, основанного на знаниях. И в качестве фундаментальной науки стала важной составляющей всей системы научного познания. Главную цель российской образовательной политики – обеспечение современного качества образования – невозможно достичь без включения инновационных идей, технологий и проектов в образовательный процесс. В этой связи особенно необходимо дальнейшее развитие сложившейся системы работы с одаренными в области информатики детьми, развитие системы олимпиад и конкурсов школьников.

Современное образование должно учить мыслить, находить нестандартные решения в разных ситуациях и отстаивать собственную позицию. Среди прозвучавших пленарных докладов исключительно интересными и содержательными в познавательном плане оказались доклады председателя секции «Прикладная математика и информатика» Отделения математических наук РАН академика Ю.И. Журавлёва «Методы обработки плохо формализованной информации» и директора Института прикладной математики РАН, члена-корреспондента Б.Н. Четверухина «Высокопроизводительные вычисления – основа информационных технологий». Авторы докладов блестяще проиллюстрировавшие роль информатики как основы образования в информационном обществе. Эпиграфом к их докладам могли бы послужить слова французского поэта Поля Валери: «Если бы логик всегда должен был оставаться логически мыслящей личностью, он бы не стал и не мог бы стать логиком; и если поэт всегда будет только поэтом, без малейшей склонности абстрагировать и рассуждать, никакого следа в поэзии он не оставит».

II. В принятой резолюции Съезд подчеркнул, что информатика: представляет собой стратегически важное направление науки и практики, жизненно необходимое для развития экономики, промышленности, высоких технологий, обеспечения национальной безопасности, профессионального образования всех уровней и подготовки научных кадров.

Образование в области информатики есть важнейший и необходимый компонент развития личности, представляющий собой основу интеллектуального и творческого развития, подготовки к условиям жизни и деятельности в информационном обществе, представляет собой стратегический ресурс инновационного развития России в условиях модернизации, что многократно доказано отечественным и всемирным историческим опытом.

Съезд выразил обеспокоенность несоблюдением, в части преподавания информатики в средней школе, одного из фундаментальных принципов образовательной деятельности – единого образовательного пространства – и отсутствием условий для его формирования, а также обратил внимание на недопустимый факт отсутствия в новых стандартах начального и основного общего образования и в проекте ФГОС от 15.02.2011 г. для старшей школы информатики как самостоятельного и обязательного для изучения общеобразовательного предмета. В принятой резолюции отмечено, что «нельзя сводить информатику только к изучению программных продуктов, однако, обучать компьютерным технологиям может и должен именно учитель информатики».

Съезд обратился к Министерству образования и науки РФ с просьбой пересмотреть новые стандарты начального и основного общего образования и проект ФГОС от 5.02.2011 г. для старшей школы ввиду безотлагательной необходимости:

1. Включить информатику и ИКТ в систему общего образования как самостоятельный и обязательный предмет, изучаемый на базовом и профильном уровне;

2. Обеспечить непрерывность и преемственность изучения общеобразовательного курса информатики и ИКТ на всех ступенях школьного образования начиная со второго класса.

Съезд считает обязательным при разработке и утверждении новых образовательных стандартов проведение предварительного конкурса концепций с обеспечением широкой профессиональной экспертизы и общественного обсуждения. Съезд призвал преподавателей и ученых в области информатики принять активное участие в открытом обсуждении проектов закона «Об образовании в РФ» и ФГОС и выразить свою профессиональную позицию.

Съезд высказался в пользу целесообразности создания постоянно действующей Ассоциации учителей и преподавателей информатики.

Материалы и резолюция Съезда опубликованы на сайте МГУ.

Журавлев А.Е., Крупенина Н.В., Стальмаков В.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет
водных коммуникаций**

**ФОРМАЛИЗАЦИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО
ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ ВУЗА**

Введение

В работе рассматривается наглядный и эффективный способ генерации допустимого расписания учебных занятий ВУЗа на основе теории планирования и ее отображения на теорию графов. Предлагаются алгоритмы построения допустимого расписания и его оптимизации на основе предложенных критериев и ограничений. Оба алгоритма разработаны на основе технологии параллельного программирования для обхода дерева допустимых решений.

Качество подготовки специалистов в вузах и особенно эффективность использования научно-педагогического потенциала зависят в определенной степени от уровня организации учебного процесса.

Одна из основных составляющих этого процесса – расписание занятий – регламентирует трудовой ритм, влияет на творческую отдачу преподавателей, поэтому его можно рассматривать как фактор оптимизации использования ограниченных ресурсов. Технологию разработки расписания

следует воспринимать не только как трудоемкий процесс, но и как объект автоматизации с использованием средств вычислительной техники. Учитывая это, продукт такой технологии есть стратегия оптимального управления, и проблема разработки оптимального расписания занятий в ВУЗе имеет очевидный экономический эффект. Поскольку интересы участников учебного процесса многообразны, то задача составления расписания – многокритериальная задача.

Задачу составления расписания не стоит рассматривать только как некоторую одноразовую акцию, реализующую функцию распределения занятий по времени и по аудиториям в начале семестра, где применение ее решения и заканчивается. Ощутимый эффект от более эффективного использования трудовых ресурсов может быть достигнут только в результате кропотливой работы по управлению этими трудовыми ресурсами. Расписание здесь является лишь инструментом такого управления, и для наиболее эффективного применения этого программного комплекса необходимо, чтобы он сочетал в себе не только средства для составления оптимального расписания, но и средства для поддержания его оптимальности в случае изменения некоторых входных данных, которые на момент составления расписания считались постоянными. Кроме этого, оптимальное управление такой сложной системой невозможно без накопления некоторой статистической информации о процессах, происходящих в системе, поэтому сама задача составления оптимального расписания является лишь частью комплексной системы управления учебным процессом.

Многокритериальность этой задачи и сложность объекта, для которого строится математическая модель, обуславливает необходимость серьезного математического исследования объекта для увеличения функциональных возможностей алгоритмов составления расписаний без значительного усложнения модели и, как следствие, увеличения объемов используемой памяти и времени решения задачи.

1. Формулировка задачи

Задача теории расписаний в общей ее постановке считается весьма привлекательной, хотя достижение даже небольшого прогресса на пути к решению связано, как правило, с огромными трудностями. Несмотря на то, что задачами теории расписаний занимались многие весьма квалифицированные специалисты, она до сих пор актуальна и продолжает привлекать внимание многих исследователей кажущейся простотой постановки.

1.1. Общая формулировка задачи

В наиболее общей формулировке задача составления расписания звучит так: с помощью некоторого множества ресурсов или обслуживающих устройств должна быть выполнена некоторая фиксированная система заданий. Цель заключается в том, чтобы при заданных свойствах заданий и ресурсов и наложенных на них ограничениях, найти эффективный алгоритм упорядочивания заданий, оптимизирующий или стремящийся оптимизировать требуемую меру эффективности. В качестве основной меры эффективности принимается значение некоторого штрафного функционала. Модели этих задач являются детерминированными в том плане, что вся информация, на основе которой принимаются решения об упорядочивании, известна заранее.

1.2. Формулировка задачи в применении к расписанию учебных занятий

Общая теория расписаний предполагает, что все обслуживающие устройства (или процессоры) не могут выполнять в данный момент времени более одного задания, что для расписания учебных занятий не является достаточным, если в качестве процессора при распределении заданий принять учебную аудиторию. Так в некоторых случаях в одной аудитории могут проводиться занятия с более чем одной группой одновременно, например общие лекции для нескольких потоков.

Поэтому при переносе общей теории расписаний на расписание учебных занятий были сделаны следующие допущения:

- все процессоры имеют переменную вместимость;
- в качестве множества заданий для распределения выступают учебные занятия преподавателя с учебными группами;
- модель времени в системе является дискретной; все распределение предполагается периодически повторяющимся на протяжении некоторого временного интервала;
- все задания выполняются за одинаковое время, которое принимается за единицу дискретизации временного интервала;
- задания имеют принадлежность к объектам, в качестве которых выступают учебные группы и преподаватели.

В итоге, формулировка задачи составления расписания учебных занятий звучит следующим образом: «Для заданного набора учебных аудиторий (в данном случае под учебной аудиторией понимается широкий круг помещений, в которых проводятся учебные занятия, от компьютерной аудитории до спортивного зала) и для заданного набора временных интервалов (т.е. по сути, учебных пар) построить такое распределение учебных занятий для всех объектов (преподавателей и учебных групп), у которого значение выбранного критерия оптимальности является наилучшим».

2. Постановка задачи

Целью данной работы было создание алгоритмов (использующих технологии параллельного программирования для достижения большей производительности) формирования расписания в ВУЗе, позволяющих эффективно (в заданные сроки и с заданной степенью оптимальности) решать задачу автоматического составления расписания и обладающих достаточной гибкостью (незначительных изменений в случае изменений входной информации) для адаптации системы в рамках конкретной практической задачи.

Для некоторого упрощения задачи на начальном этапе проектирования были сделаны некоторые допущения:

- расписание составляется из расчета не более четырех пар в день;
- все пары проводятся в одном корпусе;
- задача ставится в терминах линейного программирования;
- дальнейшая декомпозиция модели не производится;
- все коэффициенты модели и искомые переменные целочисленны;

3. Решение задачи, проектирование АИС

Процесс проектирования АИС можно условно разделить на 3 основных этапа (Рисунок 1):

1. Разработка информационной объектно-ориентированной модели данных и структуры базы данных на ее основе, которая могла бы полностью и однозначно описать все аргументы модели (все входные данные, такие как количество, тип, вместимость аудиторий, список преподавателей и множество соответствующих им дисциплин, и т.д.) и хранить и отображать динамику их изменений (т.е. содержать измерение «Время»).

2. Разработка алгоритма формирования допустимого и, затем, оптимального расписания на основе иерархической базы данных двумя путями: не используя результаты предыдущего прохода алгоритма, и автоматическим внесением корректировок в существующее расписание на основе динамики изменения базы данных (т.к. модель данных позволяет отслеживать историю изменения базы данных);

3. Выбор и разработка средств корректировки формата полученной иерархической БД для гибкого отображения результирующих данных в выбранной СУБД, отображения данных в различных разрезах (аудиторий, групп, преподавателей и т.д.), а также средств реализующих возможность ручного (пользовательского) редактирования данных.

3.1. Информационная модель данных

Вся система состоит из двух программных модулей – информационной системы сбора, агрегации и интерпретации исходных данных, и приложения для формирования расписания. Структура базы данных, способ хранения данных, а также алгоритмы доступа к ним, в первую очередь обуславливаются используемой моделью данных. Говоря об АИС в среде теории планирования расписания, разумнее всего выбрать ту модель данных, которая не только позволит хранить все имеющиеся сведения об объектах, но и будет прозрачно корректируема в будущем, в случае возникновения необходимости внесения изменений в саму структуру БД. Учитывая это, остановим свой выбор на семантических и объектно-ориентированных моделях данных, как в большей степени удовлетворяющих поставленным условиям.

Опираясь на тот факт, что любая развитая семантическая модель данных, как и реляционная модель, включает структурную, манипуляционную и целостную части, главным достоинством семантических моделей является обеспечение возможности выражения семантики данных.

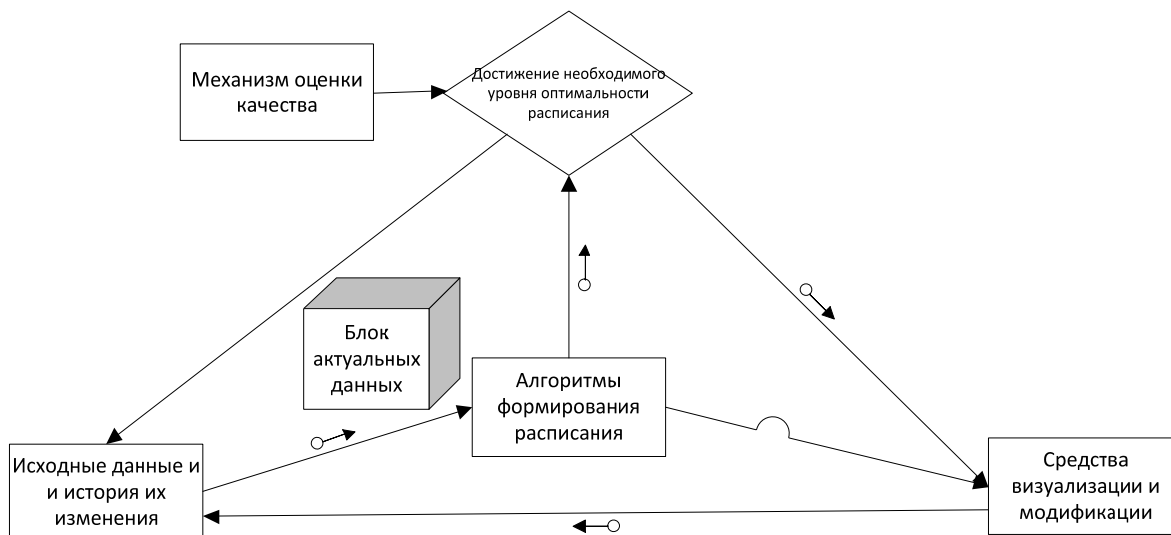


Рис. 1. Структура АИС

Чаще всего на практике семантическое моделирование используется на первой стадии проектирования базы данных, при этом в терминах семантической модели приводится концептуальная схема базы данных, которая затем вручную преобразуется к какой-либо другой схеме, в нашем случае – объектно-ориентированной. Этот процесс выполняется по методике, в которой достаточно четко оговорены все этапы такого преобразования.

Также существует возможность работы с базой данных непосредственно в семантической модели, т.е. при помощи СУБД, основанной на семантической модели данных, при этом рассматриваются два подхода к такой организации: обеспечение пользовательского интерфейса на основе семантической модели данных с автоматическим отображением конструкций в реляционную модель данных (эта задача решается на последнем этапе проектирования АИС) и прямая реализация СУБД, основанная на какой-либо семантической модели данных. Наиболее близко ко второму подходу находятся современные объектно-ориентированные СУБД, модели данных которых по многим параметрам близки к семантическим моделям (хотя в некоторых аспектах они более мощны, а в некоторых – более слабы). В проектировании данной АИС так или иначе используются оба подхода.

Сущность – это реальный или представляемый объект, информация о котором должна сохраняться и быть доступна. Имя сущности – это имя типа, а не некоторого конкретного экземпляра этого типа. Например, на рисунке 2 представлена сущность «Аудитория», имеющая атрибуты «Код», «Наименование», «Вместимость», «Принадлежность», «Приписка по принадлежности» и т.д. Так, атрибут «Код» является ключом (индексом) по которому и будет осуществляться доступ к конкретному экземпляру класса (сущности) «Аудитория». Атрибут «Наименование» является обязательным, тогда как следующий за ним атрибут «Вместимость» таковым не является. Описанные выше атрибуты имеют примитивный тип, однако атрибут «Приписка по принадлежности» имеет сложный тип и является доменом класса «Аудитория» типа «Подразделение», т.к. содержит ссылку на конкретное подразделение, которому принадлежит данная аудитория. Сущность «Подразделение», соответственно, также является подклассом класса «Справочник».



Рис. 2 Сущность «Аудитория»

Класс «Аудитория» наследован от суперкласса «Справочник», который описывает его преопределенные атрибуты и методы, а также основные возникающие события. Таким образом, видно, что типом атрибута класса может являться другой класс, в том числе имеющий тот же суперкласс (т.е. в дереве иерархии классов два различных класса могут находиться на одном и том же уровне иерархии, однако логически один может быть подчинен другому – Рисунок 3). Связи между различными классами решетки так же по сути своей являются неявными классами, суперклассом которых является класс «Отношение». Классы отношений характеризуются набором методов, позволяющих манипулировать связностью основных классов данных.

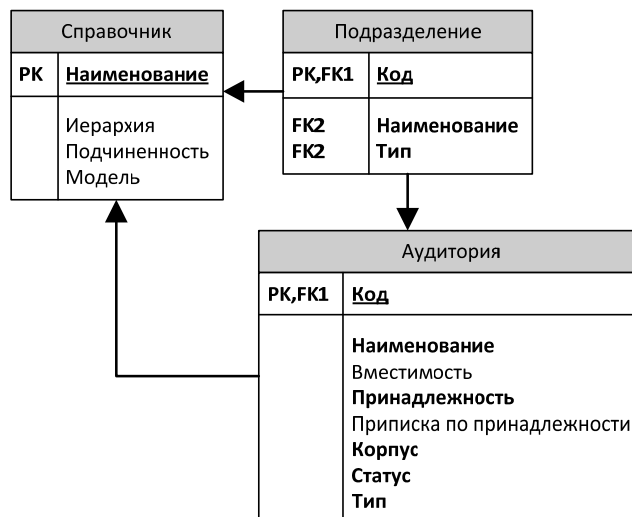


Рис. 3 Связность сущностей модели

3.2. Структура информационной базы

Структуру БД можно, например, представить следующим образом (Рисунок 4).

Справочники

> Аудитория

Имя	Тип	Обязательный	Ключевой
> Код	Число	ДА	ДА
> Наименование	Строка	ДА	НЕТ
> Вместимость	Число	НЕТ	НЕТ
> Корпус	Сложный	ДА	НЕТ
> Статус	Булево	ДА	НЕТ
> Тип	Сложный	ДА	НЕТ
> Приписка	Сложный	ДА	НЕТ
> Тип по прописке	Сложный	НЕТ	НЕТ

> Группа

Имя	Тип	Обязательный	Ключевой
> Шифр	Строка	ДА	ДА
> Принадлежность	Сложный	ДА	НЕТ
> Делимость	Булево	ДА	НЕТ
> Размер	Число	НЕТ	НЕТ

> Дисциплина

Имя	Тип	Обязательный	Ключевой
> Код	Число	ДА	ДА
> Наименование	Строка	ДА	НЕТ
> ТипАудитории	Строка	ДА	НЕТ

> Подразделение

Имя	Тип	Обязательный	Ключевой
> Код	Число	ДА	ДА
> Наименование	Строка	ДА	НЕТ
> Тип	Сложный	ДА	НЕТ
> Сотрудники	Сложный	ДА	НЕТ

> Сотрудники

Имя	Тип	Обязательный	Ключевой
> Код	Число	ДА	ДА
> ФИО	Строка	ДА	НЕТ
> Звание	Строка	ДА	НЕТ
> Должность	Строка	ДА	НЕТ
> Подразделение	Сложный	ДА	НЕТ
> Ставка	Число	ДА	НЕТ

> Технологические переменные

Имя	Тип	Обязательный	Ключевой
> Наименование	Строка	ДА	ДА
> Аббревиатура	Строка	ДА	НЕТ
> Тип	Сложный	ДА	НЕТ
> Значение	Сложный	ДА	НЕТ

Рис. 4 Схема структуры информационной базы

Здесь представлен только небольшой фрагмент структуры используемой базы данных. Каждый объект этой структуры содержит набор необходимых атрибутов (например, должность, звание для сотрудников, вместимость, номер для аудиторий и т.д.). Атрибуты объектов являются параметрами для алгоритма составления расписания. Сформулированы критерии оценки качества получаемых расписаний на основе значений атрибутов информационной базы. Здесь же происходит формирование, на определенных условиях, минимальных операционных единиц (подгрупп) для алгоритма составления расписания. Результатом действия ИС на данном этапе будет выгрузка БД для модуля формирования расписания.

3.4. Алгоритм составления расписания

Задача составления учебного расписания относится к классу NP-полных задач, сложность решения которых растет экспоненциально с ростом числа и возможных значений изменяемых переменных. Поэтому для решения таких задач целесообразно использовать эвристические методы. Одними из самых популярных и перспективных эвристических алгоритмов на сегодняшний день являются генетические алгоритмы.

В качестве исходных данных выступают множества:

1. $D = \{d_1, d_2, K, d_{N_d}\}$ дисциплин;
2. $G = \{g_1, g_2, K, g_{N_g}\}$ учебных групп;
3. $F = \{f_1, f_2, K, f_{N_f}\}$ потоков учебных групп;
4. $P = \{p_1, p_2, K, p_{N_p}\}$ преподавателей;
5. $A = \{a_1, a_2, K, a_{N_a}\}$ аудиторий;
6. $T = \{t_1, t_2, K, t_{N_t}\}$ временных интервалов (пар),

где N_d – число дисциплин изучения, N_g – число учебных групп, N_f – число

потоков учебных групп, N_p – число преподавателей, N_a – число аудиторий, N_t – число пар.

Можно классифицировать все аудитории, имеющиеся в распоряжении учебного заведения, на два вида: аудитории для проведения лекционных и практических занятий A_b и аудитории для

проведения лабораторных занятий A_l . В свою очередь подмножество лекционных аудиторий A_b нужно разбить на три подмножества: A_b – «больших», A_s – «средних» и A_m – «малых» аудиторий. Тогда $A = A_b \cup A_s \cup A_m \cup A_l$.

Для формального описания j -й аудитории под номером s и имеющей тип $type$ введем в рассмотрение пару:

$$A = \{a_j\}, a_j = (a_s^j, a_{type}^j), j = 1, K, N_a, \quad (0.1)$$

где индекс $type$ принимает значения «большая», «средняя», «малая», «лабораторная».

Так как учебное расписание в вузе обычно составляется на две недели, а затем циклично повторяется в течение всего семестра, целесообразно рассматривать временной интервал занятий две недели. Тогда пары предлагается описывать в виде множества $T = \{t_k\}$, каждый элемент которого представляет собой порядковый номер пары, считая от начала первой недели начиная с нуля. То есть первая пара в понедельник по «числителю» будет иметь номер 0, первая пара во вторник по «числителю» будет иметь номер 4 и т.д. Примем количество пар в день равным $N_{cpd} = 4$, а количество дней в недели равным $N_{dpw} = 6$, тогда всего пар за две недели будет $N_t = 48$:

$$T = \{t_k\}, t_k = (0, \dots, N_{t-1}). \quad (0.2)$$

На основе имеющейся информации о нагрузке преподавателей, об учебных группах и об учебных планах специальностей, можно сказать, что объекты «дисциплина», «преподаватель», «группа» однозначно определяют, какие именно занятия, по каким дисциплинам и в каких группах должен провести определенный преподаватель. Учитывая существующие между данными объектами связи, можно объединить их в один объект – «занятие».

$$Z = \{z_i\}, z_i = (z_p^i, z_d^i, z_g^i, z_s^i, z_e^i, z_w^i, z_l^i, z_a^i), \quad (0.3)$$

где z_i – i -ый элемент множества занятий; z_p^i – преподаватель; z_d^i – дисциплина; z_g^i – учебная группа (из множества G) или поток из нескольких учебных групп (из множества F); z_s^i – признак поточного занятия: если $z_s^i = 1$, то данное занятие поточное и $z_g^i \in G$, иначе $z_g^i \in F$; $z_e^i \in \left\{\frac{1}{2}, 1\right\}$;

признак полугруппы: если $z_e^i = \frac{1}{2}$, то в данном занятии участвует половина группы, иначе участвует группа целиком; $z_w^i \in \{1, 2\}$ – интенсивность занятий в цикле: если $z_w^i = 2$, то занятия проводятся 1 раз в неделю, иначе 1 раз в две недели; z_l^i – параметр определяющий вид занятия; z_a^i – код допустимого подмножества аудиторий.

С учетом (1.1)-(1.3) расписание учебных занятий можно полностью определить двумя векторами α и τ :

$$\alpha = (\alpha_1, \dots, \alpha_i, \dots, \alpha_{N_c}), \tau = (\tau_1, \dots, \tau_i, \dots, \tau_{N_t}), \quad (0.4)$$

где $\alpha_i \in A$ – код аудитории, назначенной занятию z_i , $\tau_i \in T$ – код пары, назначенной занятию z_i .

Все требования, предъявляемые к расписанию учебных занятий, разобьем на обязательные и желательные. К обязательным относятся требования, невыполнение которых делает невозможным осуществление учебного процесса. Эти требования будем рассматривать в качестве ограничений. К желательным относятся, например: равномерность распределения занятий в течение недели, учет пожеланий преподавателей и т.д. Эти требования будем рассматривать в качестве критериев.

Рассмотрим ограничения:

1. Отсутствие накладок для учебных групп.

$$\forall (g_j, t_k): g_j \in G, t_k \in T \quad \sum_{i \in Z^{g_j} \cap Z^{t_k}} z_e^i \leq 1, \quad (0.5)$$

где Z^{g_j} – множество занятий, в которых участвует группа g , Z^{t_k} – множество занятий, «занимающих» пару t_k . Таким образом, для каждой упорядоченной двойки (группа, пара), сумма компонент z_e^i циклов из множества $Z^{g_j} \cap Z^{t_k}$ не превышает 1. Это означает, что во время данной пары эта группа студентов либо присутствует на одном занятии целиком, либо обе подгруппы данной группы присутствуют на двух занятиях, либо одна из подгрупп присутствует на одном занятии; либо данная группа во время данной пары свободна.

2. Отсутствие накладок для аудиторий.

$$\forall (a_y, t_k): a_y \in A, t_k \in T (\exists! z_i : (a_i = a_y) \wedge (z_i \in Z^{t_k})) \vee (\neg \exists z_i : (a_i = a_y) \wedge (z_i \in Z^{t_k})), \quad (1.6)$$

где Z^{t_k} – множество занятий, «занимающих» пару t_k . Таким образом, для каждой упорядоченной двойки (аудитория, пара), либо существует единственное занятие, которому присвоена данная аудитория и которое «занимает» данную пару, либо такого занятия не существует и аудитория свободна.

3. Отсутствие накладок для преподавателей.

$$\forall (p_u, t_k): p_u \in P, t_k \in T (\exists! z_i (z_p^i = p_u) \wedge (z_i \in Z^{t_k})) \vee (\neg \exists z_i : (z_p^i = p_u) \wedge (z_i \in Z^{t_k})), \quad (0.6)$$

где Z^{t_k} – множество занятий, «занимающих» пару t_k . Таким образом, для каждой упорядоченной двойки (преподаватель, пара), либо существует единственное занятие, в котором занят данный преподаватель во время данной пары, либо такого занятия не существует и преподаватель свободен.

4. Соответствие типа аудитории виду занятия.

$$\forall z_i \in Z a_i \in A^{z_a^i} \quad (0.7)$$

т.е. для каждого блока занятий $z_i \in Z$ аудитория назначается только из допустимого подмножества аудиторий, код которого хранится в компоненте z_a^i вектора z_i .

Теперь сформулируем задачу составления расписаний. Для заданных множеств A, T, Z (1.1)-(1.3), требуется найти такое расписание (α, τ) (1.4), которое удовлетворяет ограничениям (1.5)-(1.8) и минимизирует значение критерия P потерь качества расписания

$$P = f(\alpha, \tau) = \sum_{i=1}^N c_i w_i(\alpha, \tau),$$

где c_i – коэффициент штрафа за невыполнение i -го требования, w_i – оценка, определяющая степень выполнения i -го требования.

Для решения этой задачи предлагается использовать алгоритм, основанный на генетических алгоритмах.

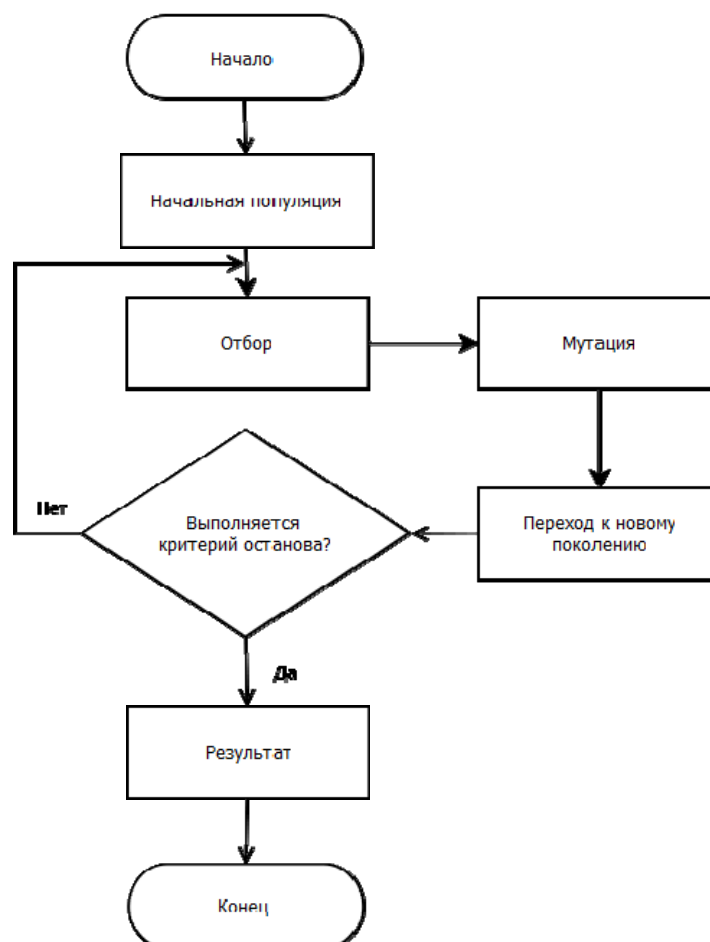


Рис. 5 Схема используемого генетического алгоритма

Основные шаги алгоритма:

1. Берем некоторое множество допустимых решений;
2. Затем, путем операций мутации, изменяем полученные решения, кроме 5 наилучших (т.е. имеющих наименьшее значение критерия оптимальности), тем самым получаем новое множество допустимых решений;
3. Проверяем выполнение критерия останова (т.е. достигнуто ли максимальное кол-во итераций);
4. Если достигнуто, то за конечное решение принимаем решение с минимальным значением критерия оптимальности, иначе возвращаемся к шагу 2.

4.4 Выгрузка и отображение результатов

Используя выбранную СУБД, при помощи заранее написанной внешней обработки загружаем полученный файл базы данных в подготовленный объект информационной структуры, преобразуя данные в формате XML в данные выбранной среды.

Заключение

Необходимо отметить, что предложенные алгоритмы при использовании технологии MPI для участков обхода ветвей дерева значений получают 5-11% прирост в быстродействии, в зависимости от сложности их структуры и объема исходной базы данных. В дальнейшем предполагается оценить запас устойчивости разработанных алгоритмов и проверить эффективность алгоритмов преобразования базы данных для оценки влияния ее структуры на конечное быстродействие.

Колоколова Л.П.

Россия, Республика Башкортостан, Стерлитамак, Стерлитамакская государственная педагогическая академия им. Зайнаб Биишевой
ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ КУРСОВ РУССКОГО ЯЗЫКА

Поиски рациональных методов преподавания лингвистических курсов долгое время велись учеными различных вузов нашей страны. Так, в Казанском государственном университете итогом поисков явилась разработка метода активизации резервных возможностей личности, сущность которой заключалась в создании управляемых взаимоотношений в системе «преподаватель – коллектив – учащийся». Специфика метода активизации заключается в том, что коммуникация является не только конечной целью обучения, но и его ведущим средством. При организации учебного процесса в условиях анализируемого метода учащийся всегда осознает, прежде всего, прямую непосредственную цель при вступлении в речевой акт, т.е. коммуникативную цель, а выбор языковых средств, необходимых для ее достижения, в момент коммуникации проходит бессознательно. Обобщение и сведение в системность языковых явлений являются содержанием второго плана, той фактической целью, к которой ведет обучаемого преподаватель.

Особо следует отметить, что в настоящее время происходит становление новой научной парадигмы, провозглашающей интегративный тип целостности научного знания. 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 серьезно применяемые в языковой системе русского языка.

Ведущей парадигмой современной лингвистики является антропоцентрическая парадигма, дающая возможность эксплицитно показать тесную связь языка с бытием человека. Язык интерпретируется как неотъемлемое свойство человека, а человек определяется как человек именно через посредство языка. Такой подход к языку заявлен и осуществлен Вильгельмом фон Гумбольдтом, который рассматривал концепцию языка как ядро формирования теории человека в рамках философско-практического человековедения. Изучение языка, по В. Гумбольдту, «не заключает в себе конечной цели, а вместе со всеми прочими областями служит высшей и общей цели совместных устремлений человеческого духа, цели познания человечеством самого себя и своего отношения ко всему видимому и скрытому вокруг себя» [1].

Возникновение антропоцентрической парадигмы в языкознании было предопределено, поскольку сам язык антропоцентричен по своей сути, «человек запечатлел в языке свой физический облик, свои внутренние состояния, свои эмоции, свой интеллект, свое отношение к предметному и непредметному миру, природе, свои отношения к коллективу людей и другому человеку» [2].

В свете когнитивности языковые единицы способны передавать информацию четырёх разных видов: фактуальную, метакоммуникативную, дискурсивную и сигнальную. Под фактуальной информацией понимается все то, что пополняет интеллектуальный запас знаний человека или содержит сведения бытового характера, необходимые в данный момент.

Со стороны адресата коммуникации предполагает не только декодирование семантики языковых знаков, но и распознавание разнообразной метакоммуникативной и дискурсивной информации.

Метакоммуникативная информация отражает взаимодействие между автором речи и ее адресатом и, следовательно, направлена на организацию общения. Дискурсивная информация направлена на организацию дискурса и ориентацию адресата в нем для оптимального восприятия как фактуальной, так и коммуникативной информации: информативность в плане структурирования дискурса, обозначения роли фрагмента в тексте, отношения к нему автора и т.д. Сигнальная информация способна выражать психофизиологическое и эмоционально-чувственное состояние говорящего.

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, риторiku, теорию коммуникации, прикладную лингвистику.

Для реализации вышеперечисленных задач существенную роль играет мультимедийная лаборатория, в которой проходят занятия по практическому курсу русского языка и курсу современного русского литературного языка, позволяющие студентам успешно осваивать современные аудиовизуальные технологии и создавать собственные проекты, развивать их творческое мышление и технические способности.

Основными направлениями деятельности мультимедийной лаборатории являются:

- проведение учебных занятий по лингвистическим курсам;
- информационно-компьютерная поддержка выполнения научно-исследовательских работ, проводимых преподавателями, аспирантами, студентами;
- оказание технической поддержки преподавателям, студентам по новым компьютерным технологиям;
- организация и проведение мониторинга учебно-воспитательного процесса.

С развитием прикладной лингвистики возникают сложные задачи: повышение скорости типографического набора на основе рационального использования свойств языка, упорядочение, унификация и стандартизация научно-технической терминологии, разработка методов смыслового отождествления текстов (например, при информационном поиске), аннотирования, а также адекватного преобразования текстов в иноязычную форму (перевод), отбор языкового материала в целях совершенствования преподавания языков, создание специальных лингвистических справочников. Для решения перечисленных задач необходимы информационно-коммуникативные средства обучения.

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 русскому языку.

Разработанный преподавателями Стерлитамакской государственной педагогической академии имени Зайнаб Бишевой электронный учебник представляет собой набор текстов по орфографии русского языка, созданный на основе выше указанных типов информации. Он включает тесты обучающие, закрепляющие и контрольные, работа над которыми даст студентам возможность лучше и разносторонне изучить орфографические особенности языковой системы. Электронный учебник состоит из нескольких разделов:

1. Тесты по основным правилам русской орфографии (обучающие и закрепляющие) призваны обработать одно из правил русской орфографии, закрепить данный материал не только на уровне лексической единицы (слова), но и коммуникативных единиц (словосочетания и предложения).

Студентам предлагается вставить пропущенную букву, раскрыть скобки, объяснить свой вывод. В случае затруднения студенты могут обратиться к электронному справочнику.

2. «Ошибочные тесты» (с орфографическими ошибками) представляют собой вид контрольных тестов. Они способствуют выработке повышенного внимания студентов к орфографическим ошибкам, активизируют их внимание.

3. Особую часть составляют контрольные тесты, которые составлены так, чтобы студент научился самостоятельно анализировать и оценивать орфографические явления русского языка. Таким образом, электронный учебник дает каждому студенту возможность выполнить индивидуальную работу и убедиться в реализации той цели, которая поставлена перед каждым из них.

Также следует упомянуть созданный автором статьи электронный учебник «Современный русский литературный язык. Фонетика». В связи с тем, что количество аудиторных часов на лекционные и практические занятия сокращено, полное и глубокое усвоение предмета возможно при условии плодотворной и систематической самостоятельной работы студентов, которая должна строиться на материале, предложенном преподавателем. Электронный учебник предназначен для студентов, изучающих современный русский язык как основной предмет, и посвящен описанию звукового строя современного русского литературного языка. Основной целью электронного учебника является обобщение, углубление и расширение знаний студентов-филологов, полученных в процессе изучения лингвистических курсов, формирование у студентов системы лингвистических категорий и понятий, закрепление того, что было освоено в процессе изучения каждого концентрического блока. Электронный учебник состоит из четырех разделов. В каждом разделе представлены узловые темы, которые для студентов являются ориентиром при домашней подготовке к предстоящему семинарскому занятию. Новизна предлагаемого электронного учебника состоит в том, что в нем рассмотрены такие темы, которые не прорабатываются углубленно на практических занятиях или по которым нет сведенного воедино материала в сборниках упражнений. Теоретические сведения и сформулированные задания охватывают содержание курса «Фонетика. Фонология. Графика. Орфография» и составлены так, чтобы студент, познакомившись с литературой, теоретической базой, схемами анализа языковых единиц, научился самостоятельно анализировать и оценивать фонетико-орфографические явления современной научной парадигмы. Ко всем темам, рассматриваемым в электронном учебнике, предлагаются в рамках лабораторных работ десять вариантов, что даст каждому студенту возможность оценить собственные знания, и проанализировать допущенные в ходе выполнения работы ошибки.

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. 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. Особенно наглядно можно наблюдать над функционированием интерактивной доски в учебном процессе при изучении следующих тем:

- фонетико-фонологическая транскрипция;
- артикуляционно-акустическая характеристика фонетических единиц;
- фонетические процессы в области вокализма и консонантизма;
- принцип слоговой звучности при характеристике слогов;
- графическое обозначение гласных и согласных букв;
- сущность слогового принципа и отступления от него;
- графический и орфографический анализы слова и текста;
- лексическая система современного русского языка; единицы лексического уровня языка; признаки слова; типы лексических значений; способы номинации;
- семантическая структура слова; слово и понятие; сема; семема; моносемия; полисемия; типы переносных значений слова; синонимия; антонимия; омонимия; паронимия;
- лексика с точки зрения происхождения;
- лексика с точки зрения употребления;
- характеристика лексической системы русского языка с точки зрения ее функционально-стилистической и эмоционально-экспрессивной;
- морфемная и словообразовательная структура слова; словообразовательные категории и парадигмы; морфологические и неморфологические способы словообразования и др.

Итак, можно надеяться, что намеченные пути динамического описания технических приложений лингвистики будут способствовать совершенствованию информационно-коммуникативных технологий в преподавании теоретических и практических курсов русского языка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гумбольдт В. Язык и философия культуры. Пер. с нем. – М., 1985.
2. Арутюнова Н.Д. Введение // Логический анализ языка : Образ человека в культуре и языке. М., 1999.

Кутузова Т.Ф., Усикова И.В.

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет

аэрокосмического приборостроения

ИНФОРМАЦИЯ И ЗНАНИЯ: УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В УНИВЕРСИТЕТАХ РОССИИ

В настоящий момент, невзирая на общемировой финансовый кризис, современная Россия находится в состоянии трансформации и модернизации. Вслед за Японией, США и западноевропейскими странами, наша Родина осуществляет движение в сторону новой формы цивилизации – информационного общества. Этот процесс сопровождается изменениями практически во всех сферах – социально-экономической, политической, культурной, и, хотя сами изменения являются очень многоплановыми и не всегда однозначными, общий вектор развития России очевиден. Сейчас уже ни у кого не остается сомнений в определяющей роли информационных технологий и процессов для формирования будущего как отдельных стран и регионов, так и человечества в целом. Информационное (постиндустриальное) общество – этап общественного развития, следующий за индустриальным обществом. Информационное общество возникает под влиянием развития информационных технологий, наукоемкого производства. Главная характеристика информационного общества: производство товаров и услуг существенно зависит от сбора, обработки и передачи информации. Значительное влияние на жизнь информационного общества оказывают наука, знание и информация. Положение человека в этом обществе определяется, главным образом, его способностью к овладению знаниями [1].

Понятия «информация» и «знания» достаточно широко используются в обычной жизни современного человека, поэтому каждый имеет интуитивное представление, что это такое. Но когда наука начинает применять общеизвестные понятия, она уточняет их, приспособляя к своим целям, ограничивает использование термина строгими рамками его применения в конкретной научной области.

Существует множество определений и взглядов на понятие «информация». Так, например, наиболее общее (философское) определение звучит следующим образом: «Информация есть отражение реального мира. Информация – отраженное разнообразие, то есть нарушение однообразия. Информация является одним из основных универсальных свойств материи» [2]. В узком, (практическом) толковании определение понятия «информация» представляется так: «Информация есть все сведения, являющиеся объектом хранения, передачи и преобразования» [3]. У большинства авторов свое понимание информации, иногда в чем-то пересекающееся, но нередко совсем несовпадающее. Все разнообразие взглядов на информацию более или менее четко укладывается в две ведущие модели, одна из которых трактует информацию как неотъемлемое свойство материи, ее атрибут («атрибутивная концепция»), а другая – как неотъемлемый элемент самоуправляемых (технических, биологических, социальных) систем, как функцию этих систем («функционально-кибернетическая концепция»). В самом общем смысле информация есть обозначение некоторой формы связей или зависимостей объектов, явлений, мыслительных процессов. Информация есть понятие, абстракция, относящееся к определенному классу закономерностей материального мира и его отражения в человеческом сознании. В зависимости от области, в которой ведется исследование, и от класса задач, для которых вводится понятие информации, исследователи подбирают для него различные определения.

Аналогично неоднозначна ситуация с трактованием понятия «знание». Знание – форма существования и систематизации результатов познавательной деятельности человека. Знание помогает людям рационально организовывать свою деятельность и решать различные проблемы, возникающие в её процессе. Знание (в широком смысле) – субъективный образ реальности, в форме понятий и представлений [2]. Знание (в узком смысле) – обладание проверенной информацией (в т.ч. ответами на вопросы), позволяющими решить поставленную задачу [3]. А также знание (предмета, дисциплины) – уверенное понимание предмета, умение обращаться с ним, разбираться в нём, а также использовать для достижения намеченных целей. Кроме того, знание – (в теории искусственного интеллекта и экспертных систем) – совокупность информации и правил вывода (у индивидуума, общества или системы ИИ) о мире, свойствах объектов, закономерностях процессов и явлений, а также правилах использования их для принятия решений. Главное отличие знаний от данных состоит в их структурности и активности, появление в базе новых фактов или установление новых связей может стать источником изменений в принятии решений.

Уточним также предмет данной статьи и его значение. Итак, что же такое управление знаниями (Knowledge Management)? По мнению Билла Гейтса, управление знаниями – «заумный термин для обозначения очень простой вещи. Вы управляете данными, документами и усилиями сотрудников. Ваша цель состоит в том, чтобы обогатить возможность совместной работы людей – включая обмен мыслями, использование удачных идей, поданных другими, и координацию действий в направлении общей цели. Управление знаниями должно гарантировать, что нужные известия достигнут нужных людей в нужное время, чтобы эти люди могли своевременно принять необходимые действия» [4].

В соответствии с Википедией, управление знаниями – это методология, направленная на повышение уровня конкурентоспособности и защищенности компании за счет использования полного набора инструментов защиты, управления и экономики нематериальных активов компании. Рассматривает стратегии, направленные на предоставление вовремя нужных знаний тем членам сообщества, которым эти знания необходимы для того, чтобы повысить эффективность деятельности сообщества.

Управление знаниями пытается понять способ, которым знание используется и распространяется, в том числе рассматривает знание как соотносящееся с самим собой и возможное к повторному использованию. Повторное использование означает, что определение знания находится в состоянии постоянного изменения. Управление знаниями трактует знание как форму информации, которая наполнена контекстом, основанном на опыте. Информация – это данные, которые существенны для наблюдателя из-за их значимости для наблюдателя. Данные могут быть предметом наблюдения (но не обязательно должны быть им) [5].

Авторам данной статьи наиболее осмысленным и четким представляется определение Gartner Group: Управление знаниями – это дисциплина, которая обеспечивает интегрированный подход к созданию, сбору, организации и использованию информационных ресурсов предприятия и доступу к ним. Эти ресурсы включают структурированные базы данных (БД), текстовую информацию, такую, как документы, описывающие правила и процедуры, и, что наиболее важно, неявные знания и экспертизу, находящиеся в головах сотрудников [6].

Необходимо также отметить, что в любой организации циркулируют данные, информация и знания. Если данные – это недолго живущие новости, временные записи и т.п., не предназначенные для длительного использования в организации, то информацию представляют собой полуструктурированные (или агрегированные) данные, служащие, например, опорой для периодического принятия каких-либо решений. В свою очередь знания, являющиеся результатом переработки информации, имеют весьма длительный цикл жизни, несут определенную идею и снабжены контекстом, определяющим область ее эффективного применения в данном месте в данное время. Сравнительный анализ основных идей управления знаниями и информационного менеджмента [6] приведен в таблице 1.

Несомненным представляется тот факт, что ключевую роль во внедрении и развитии методов управления знаниями должны играть современные Университеты. Рассмотрим эволюцию университетского образования России на рубеже XX-XXI веков. В период индустриального общества Университеты, будучи классическими, являлись центрами подготовки кадров для экономики (народного хозяйства). Информационное общество изменило статус и роль университета. На смену классическим пришли бизнес-университеты, позиционирующие себя как производители образовательной услуги. Общество знаний вызвало создание университетов нового типа – инновационных [7]. Сегодня университет – это центр научного и инновационного развития, в котором реализованы принципы непрерывного образования, или образования через всю жизнь. Система непрерывного образования современного вуза включает в себя такие уровни, как школа – лицей/колледж – вуз. Будучи научно-инновационным центром, университет развивает научную школу, где ведутся большие научно-исследовательские и научно-конструкторские работы, реализуемые через такие инновационные структуры, как, например, технопарки и бизнес-инкубаторы. Это позволяет создать систему профессиональной переподготовки и повышения квалификации, которая может быть реализована непрерывно, или в течение всей жизни (в соответствии с ключевыми принципами Болонской Декларации). В работе по этим направлениям Университету необходимо ориентироваться на требования всех существующих потребителей его продукции и услуг: государства (стандарты, лицензирование, аккредитация); региона (программа социально-экономического развития); бизнеса; студентов (и членов их семей). При этом очевидной оказывается связь Университета с производством, с которым колледжи/лицеи и вузы традиционно взаимодействуют посредством создания и функционирования базовых кафедр и научно-производственных лабораторий. При условии реализации данных направлений деятельности в Университете нового типа – инновационном, описанные процессы должны быть представлены в виртуальной жизни, включая виртуальную научную деятельность и виртуальный технопарк с выходом на международные сети. Таким образом, современный университет предстает государственным учреждением, которое готово и обязано решать социально-экономические задачи города, региона и страны в целом. Именно поэтому справедливо говорить сегодня о новой роли Университетов в информационном обществе (или обществе знаний), которое, в свою очередь, требует кардинально новых подходов к управлению Университетом, в том числе, системы управления знаниями.

Можно утверждать: первое, что должен уметь человек в информационном обществе, – это не только эффективно использовать существующие, но и создавать новые знания. Тогда задача Университетов все более состоит в том, чтобы не просто передавать своим студентам имеющийся набор знаний, пусть самых современных и востребованных, не только выпускать специалистов в какой-либо области, которые хорошо подготовлены и много знают. Нужно не только научить студентов извлекать знания из моря данных и информации, которая находится сегодня в Интернете,

а также в других, более достойных хранилищах (в первую очередь – в библиотеках). В рамках информационного общества и этого уже недостаточно. Университет должен научить создавать знания. А для этого необходимо всем сотрудникам Университета осознать и организовать воедино учебную и научную составляющую деятельности сотрудников и учеников Университета, усиленный поиск творчески одаренной молодежи, стимулирование ее интереса к науке и творчеству, развитие ее способностей. Информационные и коммуникационные технологии (ИКТ) создают для такого поиска неограниченные, ранее небывалые возможности [7]. Сегодня «новому юному Ломоносову» из провинции не обязательно с рыбным обозом идти в Москву – достаточно осмысленно войти в Интернет!

Итак, попытаемся сформулировать роль Университета в информационном обществе в контексте четырех ключевых вопросов:

1. Какие особенности информационного общества, основанного на знаниях, оказывают наиболее сильное влияние на людей?

2. Каких знаний не хватает для эффективной и достойной жизни в информационном обществе, основанном на знаниях?

3. Как могут Университеты давать людям качественное образование, обеспечивающее им достойную жизнь?

4. Что должны делать Университеты для обучения людей, которым придется жить в информационном обществе, основанном на знаниях?

Начнем ответ с утверждения, что каждый сотрудник Университета обладает своими знаниями, своим «знаниевым пространством». Но без использования современных технологий и без формирования соответствующей корпоративной культуры эти знания, опыт, практика рискуют остаться «знаниевым пространством каждого отдельного сотрудника». Современный же инновационный университет, следуя мировой тенденции, должен стремиться к созданию единого социального пространства, начиная эту работу с кафедры как ключевого структурного подразделения университета. На Экономическом факультете ГУАП сотрудники большинства кафедр в течение каждого рабочего дня используют открытые образовательные ресурсы Интернет, в первую очередь – размещенные на сайте Университета www.guap.ru, а также образовательные ресурсы ограниченного доступа (система дистанционного обучения <http://lms.guap.ru>), ведут учебно-методическую и научно-исследовательскую работу. В итоге данной деятельности формируются новые результаты научной деятельности, совершенствуется учебный процесс. Именно на данной основе формируется знаниевое пространство более крупной структурной единицы Университета – учебного института (факультета), а затем – знаниевое пространство всего Университета. При этом каждый сотрудник одновременно является как формирователем этого пространства, так и пользователем его.

Таким образом, современный Университет – это самообучающаяся организация, которая создает, приобретает, передает и сохраняет знания. Она гибко и адаптивно изменяется в ответ на новые знания и контекст ситуации. В ней люди постоянно расширяют свои возможности создания результатов, к которым они на самом деле стремятся, в ней возвращаются новые широко-масштабные способы мышления, в ней люди постоянно учатся тому, как учиться вместе [8].

Тем не менее, необходимо упомянуть один парадоксальный факт: информационные технологии не всегда повышают эффективность управления знаниями [9]. Хотя, если задуматься, ничего странного в этом нет – ведь информационные технологии являются лишь средством работы с кодифицированными знаниями, структурированными или полуструктурированными. Скрытые (или неявные) знания, зачастую, исключаются из сферы действия информационных технологий. В итоге, вес информационных технологий в управлении знаниями некоторые исследователи оценивают лишь в 10%, в то время как вес организационных процессов может достигать до 20%. Основную же роль в управлении знаниями продолжают играть люди. И для сферы высшего образования данный факт парадоксальным не является, так как квалифицированный профессорско-преподавательский состав был и остается гордостью и основным стратегическим ресурсом любого Университета.

Таблица 1

Сравнительный анализ основных идей информационного менеджмента и управления знаниями

Информационный менеджмент	Управление знаниями
Основное внимание уделяется обеспечению доступа к содержанию	Основное внимание уделяется наращиванию ценности содержания: через отбор, синтез, интерпретацию, добавление смысла к имеющейся информации
Фокус на аппаратной инфраструктуре	Фокус на культуре и рабочей практике
Основное внимание стандартизации информации и автоматизации ее обработки	Требуется непрерывное участие людей в процессах, связанных с автоматизацией знаний (создание, хранение, распространение и др.)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юсупов, Р.М. Концептуальные и научно-методологические основы информатизации// Р.М. Юсупов, В.П. Заболотский. СПб.: Наука, 2009.
2. Информатика. Энциклопедический словарь для начинающих / Под ред. Д.А.Поспелова – М.: Педагогика-Пресс, 1999.

3. Шрайберг Я.Л. Справочное руководство по основам информатики и вычислительной техники// Я.Л. Шрайберг, М.В. Гончаров. М.: Финансы и статистика, 2005
4. Гейтс Б. Бизнес со скоростью мысли// Билл Гейтс. М.: Эксмо, 2001.
5. Философский энциклопедический словарь. М.: Инфра-М, 1997.
6. Гапоненко А.Л. Управление знаниями// А.Л. Гапоненко. М.: ИПК Госслужбы, 2001.
7. Оводенко А.А. Креативные технологии управления проектами университета// А.А. Оводенко. СПб.: ГОУ ВПО ГУАП, 2010.
8. Тихомирова Н.В. Методологические подходы к теории управления современными университетами, интегрированными в информационное пространство// Журнал «Университетское управление: практика и анализ» №6 2009.
9. Тихомиров В.П. Качественное образование в информационном обществе, основанном на знаниях// Международный журнал «Э»(электронное) и «М»(мобильное) Еврообразование №2/3 2007.

Лаптев В.В., Носкова Т.Н.

Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена

ПРЕДМЕТНЫЕ ПОЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ

«ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА»

Социальные вызовы информационного века, новые требования к профессиональной подготовке специалистов в условиях информатизации всех сфер деятельности человека, приводят к необходимости разработки новых методологических подходов к образованию человека информационной цивилизации. Актуальными в образовании становится проектирование и создание целевых информационных образовательных сред, в которых по-новому будут протекать информационные и когнитивные процессы, реализуемые в опоре на информационные и коммуникационные средства и технологии.

В проектировании, создании, реализации высокотехнологичной информационной образовательной среды предстоит перейти от педагогического проектирования к проектированию социальному. В процессе социального проектирования перспективных информационных образовательных сред важную роль играют гуманитарные аспекты их функционирования. Эти аспекты проявляются в изменениях, связанных с человеком развивающимся, социализирующимся, профессионализирующимся, осуществляющим свою деятельность в динамично изменяющейся информационной образовательной и профессиональной среде.

Новые методологические подходы позволят осуществить научный переход от технологического подхода использования информационных и коммуникационных технологий в обучении к реализации «средового» подхода, в котором осуществляется преобразование информационной образовательной среды к ее высокотехнологичному виду, актуализирующему новые социальные ценности и реализацию принципа новых задач, в ответ на вызовы информационного века и экономики основанной на знаниях.

Несомненно, что процесс информатизации в первую очередь трансформирует техническую инфраструктуру информационной образовательной среды. В ней появляются порталы и коммуникационные интернет-сервисы, компьютерные рабочие места специалистов, педагогов, обучающихся. Технологии удаленного доступа к разным видам электронных ресурсов, нормативно-справочной информации. Мобильные технологии, визуализация и виртуализация сложных понятий и представлений в фундаментальных и прикладных областях знаний. Все это расширяет и повышает оперативность действий в электронной среде. Формируются единые информационные пространства, масштабируемые среды удаленных взаимодействий с разграничением прав доступа. Развиваются технологии электронного обучения и управления знаниями.

Для эффективного использования формируемой новой технической инфраструктуры, повышения качества образовательного процесса на их основе, необходимы адекватные изменения в профессиональной деятельности педагогов, переход на новую методологию педагогической деятельности. Все это предопределяет необходимость проведения исследований в русле нового научного направления РГПУ им. А.И. Герцена.

Объектом исследований выступает информационная образовательная среда, а предметом – процесс трансформирования информационной образовательной среды в высокотехнологичный тип такой среды в процессе информатизации образования.

Целями и задачами исследований нового научного направления является создание методологической базы, научного аппарата междисциплинарных исследований процессов, протекающих в высокотехнологичной информационной образовательной среде. Разработанная методологическая база позволит прогнозировать проявление в среде новых социальных эффектов, изменений в профессиональном мышлении субъектов, при широком использовании информационных и коммуникационных технологий в деятельности. На основе новых научных подходов будет осуществляться моделирование перспективных изменений, происходящих в условиях информатизации всех видов профессиональной и образовательной деятельности, поиск адекватных методов, методик, технологий профессиональной подготовки будущих специалистов, способных адаптироваться к изменяющимся информационно-технологическим и социальным условиям

деятельности. Планируются исследования особенностей протекания социальных процессов в открытых информационных системах с динамичным информационным обменом, циркулированием многоязычных информационных потоков, которые позволят спрогнозировать их влияния на социализацию, профессионализацию, протекание образовательных процессов, динамику позитивных изменений в корпоративной образовательной среде. Будет осуществляться изучение адаптационных механизмов перспективной образовательной среды, в ответ на вызовы среды социальной, а также проектироваться целевые влияния институциональной образовательной среды университета на окружающую информационную среду.

Научное направление «Высокотехнологичная информационная образовательная среда» основывается на интеграции исследований научных школ, формирующихся на различных факультетах и кафедрах университета – как уже функционирующих, так и только начинающих свое развитие, становление. В этом научном направлении объединяются фундаментальные психодидактические структурно-логические, семиотические, лингвистические, коммуникационные, психосемантические, гносеологические и когнитивные исследования в различных областях человекознания, отвечающие на широкий спектр вопросов, связанных с информатизацией образовательной деятельности в условиях экономики основанной на знаниях.

Научное направление формируется на базе нескольких факультетов университета, ведущими из которых выступают: факультет информационных технологий (кафедра «Информатизации образования» и кафедра «Информационных систем и программного обеспечения»), психолого-педагогический факультет (кафедра педагогики и кафедра методов психологического познания), филологический факультет (кафедра образовательных технологий в филологии и кафедра компьютерной лингводидактики). В научном «ключе» данного направления на факультете информационных технологий функционируют проблемная лаборатория «Научных основ аудиовизуальных интерактивных технологий обучения» и учебно-методическая лаборатория музыкально-компьютерных технологий.

Профессора трех базовых факультетов нового научного направления руководят исследованиями по магистерским программам в области информационных систем, информационных технологий в образовании, психологии информационных систем, компьютерной лингводидактики и др.

Диссертационные работы, защищаемые под руководством ведущих профессоров факультетов, ориентированы на исследование процессов, связанных с изменениями, в условиях информатизации, деятельности обучающихся, профессиональной деятельности педагогов, педагогических технологий, творчества в современной информационной среде и других аспектов социальных взаимодействий. В диссертационных работах изучаются компьютерные методы извлечения знаний, создания новых программных продуктов, современных методов профессиональной деятельности в опоре на информационные и коммуникационные технологии и пр.

Предметные поля исследований данного направления перекрывают широкий спектр решаемых научных задач.

Предметное поле, связанное с развитием информационно-технической инфраструктуры вуза, ориентировано на решение задач:

- оптимизации конфигурации технического и программного обеспечения для реализации всего комплекса методических, исследовательских, диагностических и социокультурных задач в рамках высокотехнологичной информационной образовательной среды вуза;
- развития системы электронного управления образовательным процессом;
- повышения эффективности информационных систем в корпоративном пространстве вуза.

Предметное поле, связанное с проектированием локальных образовательных сред на базе широкого использования информационных и коммуникационных технологий, направлено на решение задач:

- исследования современной информационной среды, ее структурной организации и содержания, как нового способа бытия человека в мире; конструирование психологического содержания высокотехнологичной образовательной информационной среды; дизайн (или конструирование) локальных образовательных сред в деятельности преподавателя высшей школы как инновационной формы развития процесса обучения в условиях высокотехнологичной информационной образовательной среды;
- выявления структуры, состава, а также способов доступа, хранения и обновления информационных ресурсов, включая стандартные и специально разрабатываемые (проблемно-ориентированные) базы данных и знаний; разработки спецификационных требований и характеристик цифровых образовательных ресурсов, как структурных составляющих высокотехнологичной образовательной среды для обеспечения подготовки студентов направления педагогического образования (профиль информационные и коммуникационные технологии в образовании); мониторинга и гуманитарной экспертизы психологических аспектов эффективности электронных образовательных ресурсов и интерактивных образовательных технологий;
- построения модели коммуникации в условиях извлечения и обработки информации, а также методов диагностики (тестирования) уровня процедурных знаний, приобретаемых на основе

использования информационной образовательной среды; модели коммуникации, коммуникационные педагогические технологии сетевой среды; изучение способов, форм, возможностей и ограничений общения посредством интерактивных информационных технологий;

– определения методов и приемов обучения, в результате которого и студент, и преподаватель смогут пользоваться всем арсеналом средств информационно-коммуникативных технологий в рамках специально организованных рабочих мест; принципы выбора оптимальной структуры, компоновки и процедур работы с адаптивными компьютерными обучающими и диагностическими ресурсами; разработка автоматизированных рабочих мест педагога-психолога, преподавателя психологии.

Предметное поле, связанное с изменением деятельности субъектов в ИКТ-насыщенной среде, направлено на решение таких задач, как:

– создание способов организации работы специалиста со средствами информационно-коммуникативных технологий, т.е. способов и методов организации совокупности таких технологий для решения всего комплекса учебных, исследовательских, методических и т.д. задач в рамках единого образовательного пространства;

– трансформирование деятельности вузовского преподавателя при расширении среды образовательных взаимодействий; изменения в образовательной деятельности студента при преобразовании информационной образовательной среды к высокотехнологичному типу; Изменение стратегий и способов управления учебным процессом в образовательной среде, насыщенной ИКТ;

– изучение дискурсных практик в электронной среде как средство формирования профессиональных компетенций.

Предметное поле, связанное с формированием ИКТ-культуры, компетенций будущих специалистов, направлено на решение задач:

– разработки методологии формирования содержания подготовки, подходов к организации деятельности преподавателей и самостоятельной работы студентов – будущих специалистов в области образования (профиль информационно-коммуникационные технологии в образовании) в условиях высокотехнологичной образовательной среды;

– междисциплинарных исследований проблем формирования и развития информационной культуры личности различных категорий обучающихся.

Предметное поле, связанное с изучением психологических аспектов взаимодействия человека с виртуальной средой, направлено на решение следующих задач:

– изучение воздействий на личность информационных сред (содержание Я-концепции, изучение мотивов поведения и деятельности, особенностей мышления и мировосприятия, самопрезентации человека в электронной информационной среде);

– изучение негативного влияния информационных технологий на психику и психофизиологию человека, изучение отклонений в поведении и личностном развитии, связанных с чрезмерной увлеченностью сетевым общением, исследование проявлений и способов профилактики и коррекции различного рода компьютерных зависимостей;

– изучение возможностей использования информационных технологий в непрерывном образовании;

– разработка и внедрение виртуальных психологических служб поддержки обучающихся.

Обобщая вышесказанное, следует подчеркнуть, что в спектре проводимых исследований особым образом акцентированы аспекты, связанные с методологией педагогической деятельности в высокотехнологичной информационной образовательной среде; информационными педагогическими технологиями; разработкой электронных образовательных ресурсов нового поколения; развитием информационно-технологической инфраструктуры вуза; применением компьютера как инструмента педагогической и научной деятельности.

Изменение педагогической методологии в расширенной и обогащенной образовательной среде актуализирует новые цели и ценности образовательной деятельности, а также модели деятельности педагога на основе использования компьютерных орудий интеллектуального труда, условия самореализации субъекта в развивающееся информационной среде, в реализации стратегии «обучение через жизнь».

Путилин А.Б., Щербак Е.А.

Россия, Москва, Московский государственный открытый университет

СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Решающим источником экономического роста в современном мире являются знания и умение их использовать.

Мировой и отечественный опыт показывает, информатизация образования является одним из основных направлений, реализация которого позволит существенно изменить к лучшему содержание

и формы образовательного процесса. Это позволит решать задачи интенсификации и индивидуализации обучения, формирования познавательных способностей учащихся, улучшения организационной структуры учебного процесса, распространения передового педагогического опыта, обеспечения права всех граждан на получение полноценного образования.

Цель комплексной инновационной системы – создание и развитие технологии повышения качества образовательного процесса, основанной на использовании современной системы дистанционного обучения, Интернет технологиях и мультимедийных технологиях создания электронных образовательных компонент с их широким внедрением в практику очного, заочного, очно-заочного и дистанционного образования.

В состав комплексной инновационной системы МГОУ входит:

- институт Кибернетики и информационных технологий;
- учебный компьютерный центр и компьютерные классы на кафедрах;
- международный инновационный центр информационных образовательных ресурсов;
- электронная библиотека образовательных программ и учебников.

При развитии информатизации в образовании мы исходим из того, что это значительно больше, чем просто внедрение в учебный и управленческий процессы нового содержания и новых технологий. Информатизация – это тот критерий, по уровню развития которого в современном мире, определяется качество и уровень развития высшего учебного заведения.

Потенциальные возможности информатизации в образовании чрезвычайно велики и их реализация позволит накопить и сделать доступными всем преподавателям и учащимся значительно большие объемы учебно-методических материалов, обеспечить их высокую наглядность и осуществлять как индивидуальную, так и коллективную работу учащихся, находящихся в разных городах и странах.

Для выполнения программы проводится активная работа по подготовке коллектива для решения качественно новых задач. Необходимо активизировать работу по привлечению преподавателей и студентов к совместной работе по преодолению дефицита знаний в области информационных технологий, учитывая повышенный интерес со стороны молодежи к новым технологиям.

Переход на более активное привлечение преподавателей к использованию новых технологий позволяет положительно повлиять на учебный процесс и успеваемость студентов.

Наиболее естественный путь – это переподготовка и повышение квалификации в ведущих научных и учебных центрах страны и за рубежом, но хороший эффект дает и организация курсов внутри университета, при этом, для поощрения, результаты прохождения переподготовки реально учитываются при аттестации и подаче на конкурс.

Комплексная система является неотъемлемой частью общероссийской системы. Она основана на принципах и документах, регулирующих порядок и организацию системы образования по очной, очно-заочной и заочной формам образования. При этом дистанционное образование является особой формой. Её можно определить как комплекс образовательных услуг, предоставляемых с помощью специализированной информационно-образовательной среды, которая обеспечивает доступность образовательных услуг для любого желающего повысить свой уровень знаний практически независимо от расстояния, на котором он находится от учебного заведения.

Важнейшая особенность педагогической технологии дистанционного образования – наличие специализированной информационно-образовательной среды, созданной с помощью современных информационных технологий, включая телекоммуникацию.

Педагогические технологии дистанционного образования могут использоваться во всех формах получения образования – в очной, очно-заочной (вечерней), заочной. На сегодняшний день наиболее эффективно применение технологии дистанционного образования в заочном обучении.

Интеграционные процессы, происходящие в современном мире, и бурное развитие информационных технологий обусловили создание различного рода объединений нетрадиционных университетов.

Например, во Франции действует Межуниверситетское восточное объединение телеобучения, объединяющее семь сотрудничающих университетов. Существует Европейская ассоциация университетов дистанционного обучения (ЕАУДО) созданная в январе 1987 года с целью развития Европейской сети высшего уровня дистанционного образования, а также организации Европейского открытого университета.

Учредителями ЕАУДО являются 17 организаций из 15 стран, которые имеют открытые университеты или отделения университетов, осуществляющие подготовку специалистов на расстоянии, или проводят научные исследования по дистанционному обучению. В настоящее время зарегистрировано около 650000 студентов в учебных заведениях ЕАУДО и более 3000 преподавателей, обеспечивающих обучение в 875 учебных центрах.

В России это могло бы получить распространение. Войдя в эту систему можно обеспечить высокое качество учебного процесса и его координацию на уровне современных международных требований и российских ФГОС.

Выполнение программы создания и развития комплексной инновационной системы повышения качества образовательного процесса в Московском государственном открытом университете на основе информационных технологий позволяет:

1. Повысить эффективность работы преподавателя, наполнив лекционный материал и лабораторный практикум значительно большим объемом дополнительных знаний.

2. Облегчить работу преподавателя и студентов по поиску и использованию при подготовке лекционного материала и информации представленной в электронной библиотеке, за счет организации централизованного хранения и упрощенного доступа в читальном зале библиотеки электронных учебников.

3. Организовать новую форму довузовской подготовки будущих абитуриентов, повысив в условиях конкуренции привлекательность университета за счет содержательности и эффективности организации образовательного процесса.

4. Обеспечить широкое информирование, через Интернет, работы проводимой в университете и возможностей по повышению образовательного уровня.

5. Оптимизировать, особенно по уровню затрат, работу каналов связи за счет привлечения новых методик развивающихся Интернет технологий и расширения коммерческих возможностей.

6. Повысить качество управления структурами университета за счет повышения контроля исполнения принятых решений и организации взаимодействия между университетом и иногородними подразделениями по каналам связи.

7. Перейти на качественно другой уровень организации научных исследований, направив их на развитие информационных технологий дистанционного обучения и обеспечив тесное взаимодействие с учебным процессом.

8. Развить взаимодействие с ведущими научно-исследовательскими институтами Российской академии наук и международное сотрудничество, направив усилия на совместное участие в конкурсах по выполнению инновационных проектов и развитию собственных работ по наиболее успешным направлениям.

Обеспечить интеграцию в систему мирового образовательного процесса, гарантируя качество учебного процесса и его координацию на уровне современных требований.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Блюм В.С., Заболотский В.П.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ТЕХНОЛОГИЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ПЕРВИЧНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Введение

Врач оценивает состояние чрезвычайно сложного объекта – человеческого организма. Для каждого пациента он должен выбрать один из 14 тысяч диагнозов (МКБ-10) и назначить адекватное лечение. Он тратит около 50% рабочего времени на заполнение необходимых документов – ежегодно работающий врач пишет собственной рукой от 1,5 до 4,5 млн. букв [8], заполняя при этом около 50 директивных форм. Но самое главное, врач обречён делать ошибки, ценой которых может стать человеческая жизнь [12].

Врач нуждается в поддержке. Помимо финансовой поддержки, врачу необходима информационная поддержка для обоснованного выбора диагноза и схемы лечения, для уменьшения затрат времени на рутинную писанину, для напоминаний об ограниченных ресурсах и запланированных операциях, для своевременных подсказок об ошибочных решениях и действиях.

Рассмотрим один из вариантов информационной поддержки врача. Покажем, что предлагаемая, отличная от традиционной, организация сбора, хранения и обработки первичной медицинской информации позволяет конструктивно определить необходимый набор информационных технологий поддержки врачебной деятельности.

1. Электронная история записей врача

Записная книжка, в которую врач записывал результаты своих встреч с пациентами, является предтечей современной истории болезни и, как правило, не ведётся современным врачом. Но на настоящем этапе развития средств телекоммуникации и обработки информации основным источником первичной медицинской информации может вновь стать, теперь уже электронная, история персональных медицинских записей врача (ЭИЗВ). Заметим, что вторым источником первичной медицинской информации являются базы данных лицензированных диагностических лабораторий.

Возникновение нового информационного объекта – истории врача (ЭИЗВ), не противоречит положениям российского и международного стандартов (ГОСТ Р 52636-2006, ISO/TR 20514-2005), в которых определено понятие «электронная персональная медицинская запись» (ЭПМЗ, EHR), но, безусловно, претендует на внесение дополнений в ГОСТ. Всё, что пишет врач о своих пациентах не должно растекаться по десяткам и сотням историй болезни и осложнять, тем самым, задачу раннего обнаружения врачебных ошибок.

Для этого необходимо добиться такого положения дел, чтобы электронная история записей врача (ЭИЗВ) стала таким же неотъемлемым атрибутом врачебной деятельности, как диплом врача (сертификат, лицензия). Для эффективного участия в формировании потоков первичной медицинской информации ЭИЗВ должна иметь два эквивалентных образа: индивидуальный (автономный) и сетевой.

Индивидуальная ЭИЗВ – это постоянно пополняемый гипертекстовый файл, в котором зафиксирована вся персональная история врачевания, в котором сосредоточена вся персональная врачебная тайна и который является необходимым и единственным резюме для приёма врача на работу. В этом случае, флеш-память (англ. flash memory) с ЭИЗВ должна стать для врача такой же повседневной необходимостью, как трубка мобильного телефона.

Поскольку для записей в такой документ (ЭИЗВ) авторучка не пригодна, то прямым следствием является необходимость персонального набора технических средств и программных инструментов (т.е. информационных технологий), которые позволят и помогут врачу принимать и фиксировать решения, где бы он не выполнял свои профессиональные обязанности. Понятно, что речь идёт об автоматизированном рабочем месте (АРМ) врача, о функциональности которого может поведать российский подвижник информатизации лечебно-диагностического процесса (ЛДП) профессор Владимир Михайлович Тавровский (<http://vmtavr2.narod.ru/>).

По Тавровскому АРМ врача должен обладать следующими свойствами:

– простота ввода электронных персональных медицинских записей (ЭПМЗ) за счёт словарей «Диагнозов», «Рецептов» и т.п., шаблонов текстов, текстового редактора, «горячих» клавиш);

– идентификация пациента (в том числе и сведения о страховом полисе), характеристика социально-бытовых условий, описание медицинского состояния и медицинских проблем по 34 разделам;

– поддержка постановки диагноза доступом к данным из международной классификации болезней (МКБ-10, 14 тыс. диагнозов) с напоминаниями о необходимой дифференциальной диагностике и возможных осложнениях;

– схемами лечебных назначений, в которых есть более 5000 рецептурных форм, перечень режимов и 30 лечебных столов (по образцу справочника ВИДАЛЬ-1997), и т.д.

Однако, в нашем случае, АРМ Тавровского, кроме того, должен научиться сохранять историю врачевания (ЭИЗВ), и оснащаться новым интерфейсом. В задачи этого интерфейса войдёт репликация данных (достижение эквивалентности индивидуальной и сетевой версий ЭИЗВ), а также получение из сети запрошенного профиля электронной истории болезни (ЭИБ) конкретного пациента. При формировании собственной ЭПМЗ врач должен иметь возможность оперативного доступа к полной ЭИБ пациента или к её заданному профилю (по времени, конкретному диагнозу или другим параметрам). Это позволит врачу учитывать полный контекст врачебных и диагностических вмешательств.

Сетевая копия ЭИЗВ предполагает наличие у врача персонифицированного сетевого ресурса – сайта врача, на котором хранится второй экземпляр гипертекстового файла его истории врачевания. Именно эта компонента информационной технологии – сайт врача, с одной стороны, обеспечивает достоверность и надёжность хранения первичной медицинской информации за счёт её дублирования, а, с другой стороны, создаёт объективную предпосылку для автоматического интегрирования ЭПМЗ и ведения территориальной (или государственной) базы данных электронных историй болезни.

На сайте врача может быть повторён полный набор программных инструментов автономного АРМ и, дополнительно, предоставлены возможности дистанционного взаимодействия с пациентами и контролирующими органами (заведующим отделением, главным врачом). Но, главное, сайт – это информационный источник для автоматического сбора ЭПМЗ и формирования историй болезни пациентов в базе специализированной информационно-поисковой системы (СИПС).

В российском здравоохранении задействовано около 700 тысяч врачей, в историях их записей содержится информация о здоровье всех без исключения граждан страны, более ста сорока миллионов историй взаимодействия пациентов с системой здравоохранения, плюс данные о здоровье «некоторых» иммигрантов. Ежегодно врачи собственноручно формируют около 1 терабайт новых данных [8]. Справиться с таким потоком и динамикой данных под силу только мощной, современной информационно-поисковой системе.

Одной из центральных функций сайта врача является обеспечение непрерывного доступа к новым ЭИЗВ со стороны СИПС. Робот поисковой системы должен быть нацелен на извлечение новых электронных персональных медицинских записей (ЭПМЗ) и их доставку в ядро СИПС, для дублирования медицинской информации в электронной истории болезни конкретного пациента, инвертирования полученной записи и коррекции поискового индекса. Таким образом, должна быть гарантирована актуальность ЭИБ, а также доступность данных по требованию любого практикующего врача.

2. Реестр врачей

«Федеральный регистр медработников» создаётся в рамках приоритетного национального проекта «Здоровье». Про эту технологию может рассказать Евгений Никонов, доктор медицинских наук, секретарь рабочей группы Федеральной службы по надзору в сфере здравоохранения и социального развития (Росздравнадзор) по координации приоритетного национального проекта «Здоровье». В частности о том, что соответствующее программное обеспечение якобы установлено более чем в 5000 (из 17 тыс.) медицинских учреждений первичного звена и является головной болью для их отделов кадров.

Но, в данном случае, речь идёт о реестре врачей, которые намерены в ближайшее время работать с пациентами, т.е. создавать ЭПМЗ. Таким врачам должна быть предложена интернет-технология, согласно которой каждый счастливый обладатель диплома (сертификата, аттестации, лицензии) обязан пройти регистрацию на соответствующем сайте и, после верификации представленных данных, получить персональный идентификатор для использования в АРМ врача. Формируемый таким образом реестр врачей (также как реестр диагностической лаборатории) необходим для постоянного контроля со стороны ИПС достоверности и законности новых ЭПМЗ, поступающих для обработки и коррекции поискового индекса.

Ещё одной задачей данного реестра является установка связи идентификатора врача с URL его сайта. Эта информация необходима для круглосуточной работы робота поисковой системы.

Наконец, реестр врача, размещённый на конкретном сайте, должен предоставить любому гражданину возможность убедиться в том, что врач, к которому он пойдёт лечиться, существует и выполняет свою работу на законных основаниях.

Кроме того, реестр врачей позволит решить ряд сопутствующих задач:

1. Персонифицированный учёт врачей, практикующих на территории России;
2. Определение качественных и количественных показателей в подготовке/переподготовке кадров для здравоохранения;
3. Учёт и прогнозирование состояния кадрового и профессионального состава в различных регионах и муниципальных образованиях страны;
4. Формирование оперативных сводок и отчётов по установленным формам Минздрава, регионов РФ и т.д.

3. Специализированная информационно-поисковая система

В предлагаемой технологии информационной поддержки врачебной деятельности особую роль играет специализированная информационно-поисковая система (СИПС), которая является основным инструментом доступа к электронным историям болезни (ЭИБ).

Специализация поисковой системы, в частности, заключается в том, что с помощью поискового робота мониторингу подвергаются документы, которые размещены на персональных сайтах врачей и диагностических лабораторий, а поиск выполняется по документам, число которых на два порядка больше – это электронные истории болезни.

Задача поискового робота состоит в том, чтобы, опираясь на реестры врачей и диагностических лабораторий, извлекать новые ЭПМЗ с соответствующих сайтов. Новые ЭПМЗ добавляются в ЭИБ пациентов, которые хранятся в базе СИПС и по которым в дальнейшем и выполняется информационный поиск.

Специальной функцией СИПС также является решение задачи однозначной идентификации новых документов (новых пациента и их историй болезни). Решение этой задачи инициируется врачом, а полученный результат – уникальный идентификатор – должен быть сообщён пациенту для дальнейшего использования и взаимодействия с системой здравоохранения.

Реестр ЭИБ пациентов – это внутренняя структура СИПС, которая предполагает наличие специальной технологии идентификации пациентов. Идентификацию пациента должен проводить врач при оформлении, так называемой, информационной «старт-услуги» для каждого нового клиента медицинской информационной системы. Чаще всего такую работу придётся выполнять врачу родильного дома и сообщать матери, какое имя присвоила информационная система здравоохранения её ребёнку.

Ещё одна особенность СИПС заключается в том, что каждый потенциальный пользователь системы, будь то врач, диагностическая лаборатория или пациент, персонифицирован. Это позволяет для различных категорий пользователей определять различные режимы доступа к информации, реализовывать различные стратегии информационной безопасности.

4. Новая «авторучка» врача

Если быть последовательными, возвращая на новом технологическом уровне каждому врачу его записную книжку, то выясняется, что новая «авторучка» врача, задача которой помочь обслужить большее число пациентов и спасти их от большей части врачебных ошибок, – это довольно дорогое удовольствие, стоимость которого складывается из затрат на реализацию системы согласованных информационных технологий.

Минимально необходимый набор согласованных информационных технологий поддержки врачебной деятельности и управления потоками первичной медицинской информации включает [1–11]:

1. Технологию ведения актуального реестра действующих врачей.
2. Технологию ведения актуального реестра действующих диагностических лабораторий.
3. Технологию предоставления и сопровождения персональных сетевых ресурсов (сайтов) врача и диагностической лаборатории.
4. Технологию ведения ЭИЗВ.
5. Технологию ведения БД диагностической лаборатории.
6. Технологию идентификации пациентов.
7. Технология информационного поиска, сбора и предоставления информации из базы ЭИБ.

Технологии ведения актуальных реестров врачей и диагностических лабораторий необходимы для контроля достоверности и законности источников первичной медицинской информации. Кроме того, эти реестры фиксируют реальную структуру сети и распределение в ней источников информации для их мониторинга и сбора данных для электронных историй болезни.

Технология предоставления и сопровождения персональных сетевых ресурсов определяет дисциплину выделения и настройки сайтов для каждого персонифицированного источника первичной медицинской информации, производителя электронных персональных медицинских записей, учтённого в соответствующем реестре.

Технология ведения ЭИЗВ определяет дисциплину применения АРМ врача для формирования и сохранения ЭПМЗ, а также дисциплину взаимодействия с СИПС.

Технология ведения БД диагностической лаборатории также решает задачу взаимодействия с СИПС.

Технологические процессы идентификации пациентов, извлечения новых ЭПМЗ для формирования базы ЭИБ, коррекции поискового индекса, а также реализации доступа к историям болезни – это составляющие технологии применения специализированной ИПС для поддержки врачебной деятельности и управления потоками первичной медицинской информации.

Для того чтобы оживить указанные технологии, необходима разработка следующих программных комплексов:

1. Программный комплекс ведения и обеспечения сетевого доступа к реестру врачей.
2. Программный комплекс ведения и обеспечения сетевого доступа к реестру ДЛ.
3. Программный комплекс поддержки врачебной деятельности и обеспечения сетевого доступа к ЭИЗВ.
4. Программный комплекс обеспечения сетевого доступа к БД диагностической лаборатории.
5. Программный комплекс специализированной информационно-поисковой системы.

Есть ещё одна, принципиальная, на наш взгляд, программная компонента. Её появление связано с этическими нормами. По нашему мнению, аморально делать бизнес на здоровье людей. Но, что более важно, программное обеспечение медицинской информационной системы, по крайней мере, для уровня обработки первичной медицинской информации, должно обладать рядом свойств, таких как:

- безопасность и надежность программных средств;
- высокий уровень управляемости развитием программного обеспечения;
- масштабируемость и кроссплатформенность для всего разнообразия участников информационного процесса;
- юридическую защиту прав потребителей программных средств (врачей, диагностических лабораторий и пациентов);
- гарантию качества программных инструментов;
- экономию средств на внедрение и сопровождение данной информационной технологии;
- поддержка и развитие открытых стандартов.

Эти свойства могут быть достигнуты только, если указанные программные продукты будут выполнены, как свободное ПО и ПО с открытым кодом (FOSS) для реализации электронного медицинского документооборота.

Последовательное проведение этой точки зрения требует разработки технологии ведения репозитория (хранилища) свободного программного обеспечения медицинской информационной системы и соответствующего программного комплекса.

Заключение

Предложенный подход к решению проблемы обнаружения предотвратимых врачебных ошибок позволяет сделать следующие выводы:

1. Множество электронных историй записей всех практикующих врачей содержит полную первичную медицинскую информацию.
2. Любой профиль электронной истории болезни пациента может оперативно сформироваться как релевантный ответ на запрос к специализированной информационно-поисковой системе.
3. Поисковый индекс специализированной информационно-поисковой системы гарантирует оперативный доступ к первичной медицинской информации и фиксирует текущее состояние системы охраны здоровья (актуальные диагнозы, текущие назначения, факты рождения и смерти и прочее).
4. Идентификация объектов информационного процесса может быть основана на централизованном учёте моментов возникновения источников и приёмников информации.
5. Модель пространства событий возникновения электронных персональных медицинских записей может быть использована для организации учёта и управления потоками первичной медицинской информации.
6. Реализация медицинских информационных технологий средствами свободного программного обеспечения – необходимое условие их надежности и эффективного внедрения.
7. Основой единого информационного пространства здравоохранения может стать поисковый индекс для полного и достоверного множества первичных медицинских документов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сборник трудов. Всероссийская конференция «Информатизация здравоохранения – 2008», Москва, ЦМТ, 2008. С.259–261.
2. Блюм В.С., Блюм В.С., Заболотский В.П. Применение современной информационной технологии для охраны здоровья населения. Заболотский В.П. О едином информационном пространстве здравоохранения Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. (т. 6 вып. 4. 2008).
3. Блюм В.С., Заболотский В.П. Подход к формированию единого информационного пространства здравоохранения. // Труды СПИИРАН / Под ред. чл.-корр. РАН Р.М.Юсупова. Вып.6, СПб., Наука, 2008. 248 с. С.112–129. ISBN 978-5-02-025350-6.
4. Блюм В.С., Заболотский В.П. Свободное программное обеспечение для здравоохранения // Труды СПИИРАН / Под ред. чл.-корр. РАН Р.М.Юсупова. Вып.8, СПб., Наука, 2009. 317 с. С.46–59. ISBN 978-5-02-025381-0.
5. Блюм В.С., Заболотский В.П. О ЕДИННОМ ИНФОРМАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЗДРАВООХРАНЕНИЯ / Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. Том 7, вып. 4. 2008. Идентификационный номер 0420900004\0034.

6. Блюм В.С., ИНФОРМАЦИЯ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ И ИММУНОКОМПЬЮТИНГ / Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. Том 7, вып. 4. 2008. Идентификационный номер 0420900004\0034.
7. Блюм В.С., Заболотский В.П. Базовое программное обеспечение для здравоохранения / Математическая морфология. Электронный математический и медико-биологический журнал. Том 8, вып. 3. 2009. Идентификационный номер 0420900004\0027.
8. 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.
9. Блюм В.С., Виноградов В.М., Карташев А.В. Информатизация здравоохранения и иммунокомпьютинг. Врач и информационные технологии, №3 2009. С. 17–27.
10. Блюм В.С., Заболотский В.П. Тимофеев К.Н. Метод персонифицированного учёта медицинских услуг. / «Региональная информатика – 2008 (РИ–2008)» XI Санкт-Петербургская международная конференция. Санкт-Петербург, 22–24 октября 2008. Труды конференции.– СПб.: СПОИСУ, 2008. 316 с. С.261–269. ISBN 978–5–904030–11–7.
11. Блюм В.С., Заболотский В.П. Индекс здравоохранения как фактор информационной безопасности государства – 2009 (ИБРР–2009)» VI Санкт-Петербургская межрегиональная конференция. Санкт-Петербург, 28–30 октября 2009 года. Материалы конференции.– СПб.: СПОИСУ, 2009. – 172с. С.43–44, ISBN 978–5–904031–05–3.
12. Ричард К. Ригельман, Как избежать врачебных ошибок. Книга практикующих врачей. URL: <http://lib.rus.ec/b/217050/read>.

**Василевский А.М., Вишневский К.А., Герасимчук Р.П., Дидур М.Д., Комашня А.В., Коноплев Г.А.
Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический
университет «ЛЭТИ», Санкт-Петербургский государственный медицинский университет
имени академика И.П.Павлова, СПб ГУЗ «Годская Мариинская больница»
ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ДЕТОКСИКАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И АДЕКВАТНОСТИ
ПРОЦЕДУРЫ ГЕМОДИАЛИЗА ПО УФ СПЕКТРАМ ЭКСТИНКЦИИ ДИАЛИЗАТА**

Больные терминальной стадией хронической болезни почек должны получать один из видов заместительной почечной терапии. Самым распространенным видом заместительной почечной терапии является гемодиализ (ГД). В процессе ГД происходит элиминация из крови токсических субстанций низкой молекулярной массы. В современных аппаратах «Искусственная почка» контроль процесса ГД реализуется по одной компоненте, чаще всего, по мочеvine. Изменение состава диализной жидкости в выходной магистрали аппарата «Искусственная почка» и мониторинг процесса ГД может быть реализован методом абсорбционного спектрального анализа. Этот метод позволяет оценить процесс ГД одновременно по нескольким низкомолекулярным компонентам и поэтому может быть рекомендован в качестве способа получения объективной информации об эффективности процесса детоксикации.

Целью работы являлось исследование скорости детоксикационных процессов методом УФ спектрометрии и оценка информативности спектров экстинкции диализата для определения эффективности процедуры гемодиализа.

Мочевина, креатинин и мочевая кислота в количественном отношении являются основными продуктами катаболизма. Для определения эффективности диализа обычно руководствуются только величиной клиренса по мочеvine.

В данной работе исследовались спектральные характеристики пропускания проб диализата в выходной диализной магистрали аппарата «Искусственная почка», взятые по ходу сеанса ГД. Измерения проводились на информационно-измерительной системе «Спектр» (ИИС «Спектр»), разработанной на кафедре квантовой электроники и оптико-электронных приборов СПбГЭТУ «ЛЭТИ» [1]. Эта система позволяет регистрировать динамику спектров поглощения диализной жидкости в УФ области в процессе ГД и анализировать состав диализата в реальном масштабе времени. Полученная спектральная информация о составе диализной жидкости по ходу сеанса ГД характеризуется ярко выраженными индивидуальными особенностями обменных процессов и может иметь диагностическое значение.

Поток от излучения источника УФ излучения, прошедший через кювету с диализатом, разлагается в спектр, регистрируется приемно-регистрирующей системой, преобразуется АЦП и вводится в память ЭВМ. В блоке обработки информации ИИС «Спектр» вычисляется коэффициент поглощения (экстинкции) исследуемого раствора во всей спектральной области. Минимальное время регистрации и обработки спектра – 8 мс. Перед началом работы прибор был проградуирован (спектральная область 181.9 – 659.7 нм), определено спектральное разрешение (0.5 нм) и оценена инструментальная погрешность измерений и расчетов коэффициента поглощения диализата, которая составила 7%.

Процедура ГД проводилась в Мариинской больнице на аппарате B|Braun Dialog+ [2,3]. В течение каждого сеанса ГД пробы диализной жидкости брались через 15-ти минутные интервалы. Выбор длительности интервала между взятием проб обуславливался изменением концентрации компонентов в диализате в процессе сеанса ГД и чувствительностью метода спектральных измерений: при увеличении длительности интервала мониторинг процесса ГД теряет информативности, а при уменьшении – возрастает погрешность измерений спектрального пропускания из-за слабого изменения концентрации выводимых веществ. Параллельно для каждой

пробы проводилось определение концентрации мочевины, креатинина и мочевой кислоты биохимическими методами, а также фиксировались показания сенсора фирмы Adimea (B|Braun).

Результаты спектральных измерений для одного из сеансов ГД приведены на рисунке 1. Спектр чистого диализата, взятого до начала процедуры, не имеет полос поглощения в исследованной спектральной области. Как следует из временной динамики спектров поглощения, наблюдается определенная корреляция изменений концентрации компонентов в составе диализата и динамики спектрального поглощения. Поглощение излучения в диализате максимально в начале сеанса и снижается по ходу сеанса, так как в каждой следующей пробе понижается концентрация компонентов. Очевидно, что метод абсорбционной УФ спектроскопии в диапазоне длин волн 200 – 350 нм может служить источником получения объективной информации о составе диализата и скорости выведения низкомолекулярных веществ из крови пациента в ходе сеанса гемодиализа.

Следует отметить, что форма спектров поглощения диализата для каждого пациента не изменяется в течение процедуры ГД и сохраняет индивидуальные особенности при проведении последующих сеансов. Это свидетельствует о том, что качественный состав диализной жидкости (относительная концентрация и количество компонентов) сохраняется в течение длительного времени.

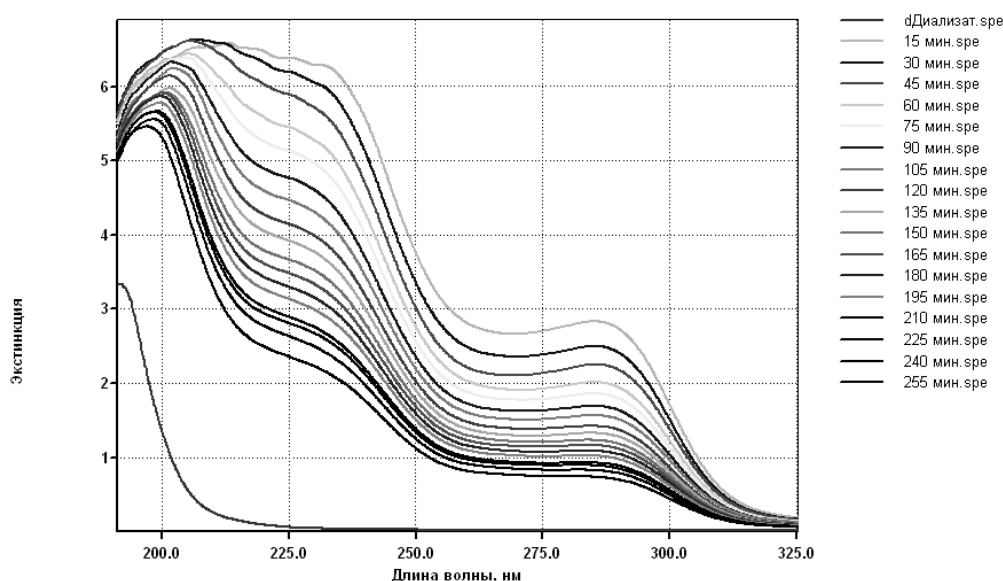


Рис. 1 Спектры поглощения диализной жидкости больного Ш. (Сеанс ГД от 13.04.10, аппарат B|Braun Dialog+)

В аппарате B|Braun Dialog+ реализован мониторинг процесса ГД путем измерения пропускания на длине волны 285 нм. Сенсор Adimea автоматически фиксирует начальный минимальный уровень пропускания и последующие уровни пропускания соотносит с исходным и фиксирует значение в %. Далее по формулам рассчитывает диализный индекс и фиксирует это на экране монитора.

Для сравнения с показаниями сенсора Adimea (B|Braun) в данной работе были рассчитаны интегральные спектральные показатели поглощения диализата в двух спектральных областях 240 – 400 нм и 280 – 290 нм

$$k^{\Sigma} = \int_{240}^{400} k_{\lambda}^{\Sigma},$$

где k_{λ}^{Σ} – спектральный показатель поглощения для длины волны λ , и, затем, рассчитано их относительное изменение в процессе процедуры ГД (за 100% принято значение, полученное на 15 минуте процедуры).

$$V_t^{\lambda} = \frac{k_{15}^{\Sigma} - k_t^{\Sigma}}{k_{15}^{\Sigma}} \cdot 100\%.$$

Результаты расчетов для двух спектральных областей и данные сенсора Adimea (B|Braun) представлены на рисунке 2. Форма кривых изменения интегрального спектрального поглощения и сенсора идентична, что свидетельствует о том, что принцип, который используется в технологии Adimea technology (B.Braun) для расчета скорости детоксикации, аналогичен примененному нами расчету изменения интегрального спектрального показателя поглощения. Следует отметить, что измерения в спектральной области 280 – 290 нм тесно коррелируют с данными прибора Adimea technology (B.Braun)

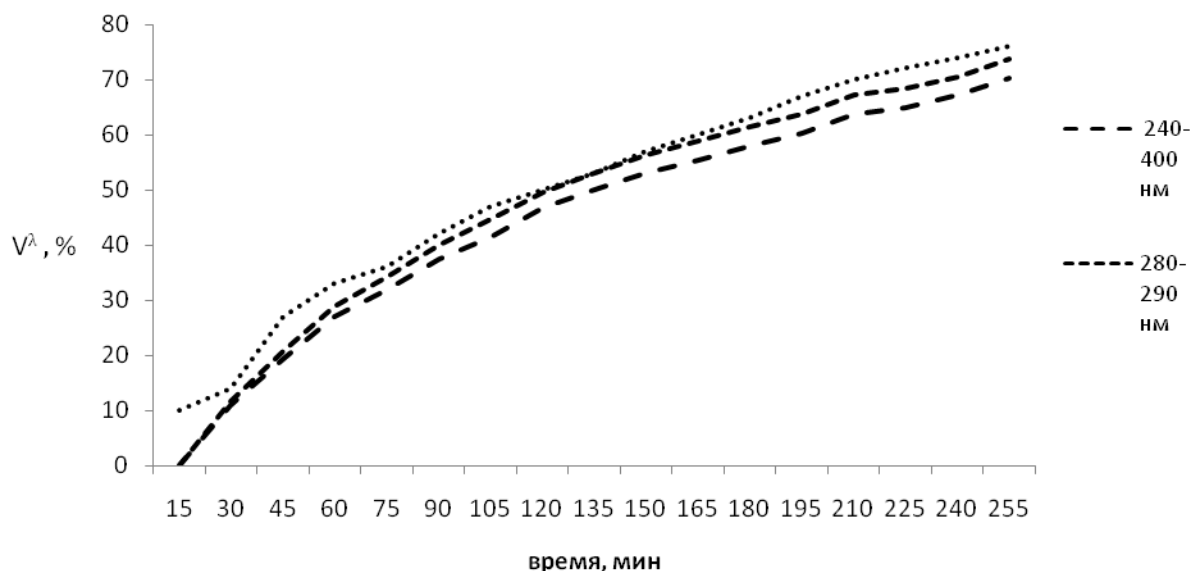


Рис. 2. Динамика процесса ГД по измерениям сенсора Adimea (B|Braun) и рассчитанная по относительному интегральному спектральному поглощению в двух спектральных интервалах

Согласно литературным данным аппарат «Искусственная почка» фирмы B.Braun, позволяет оценить эффективность процедуры ГД по скорости выведения мочевины. В данной работе в нескольких пробах биохимическими методами была определена концентрация мочевины, креатинина и мочевой кислоты.

Затем было рассчитано относительное изменение концентрации этих компонентов, приняв за 100% концентрацию каждого компонента в пробе, взятой на 15 минуте.

$$W_t^{A,B,C} = \frac{c_{15}^{A,B,C} - c_t^{A,B,C}}{c_{15}^{A,B,C}} \cdot 100\%,$$

где $c_{15}^{A,B,C}$ – концентрация на 15 минуте креатинина (A), мочевины (B), мочевой кислоты (C);

$c_t^{A,B,C}$ – концентрация тех же компонент через 30-минутные промежутки времени (на $t = 30; 60; 90; 120; 150; 180; 210; 240$ и 255 минуте).

Результаты расчетов представлены на рис. 3. На этом же рисунке представлены показания прибора Adimea technology (B.Braun) и динамика изменения интегрального спектрального показателя поглощения в диапазоне длин волн 240 – 400нм.

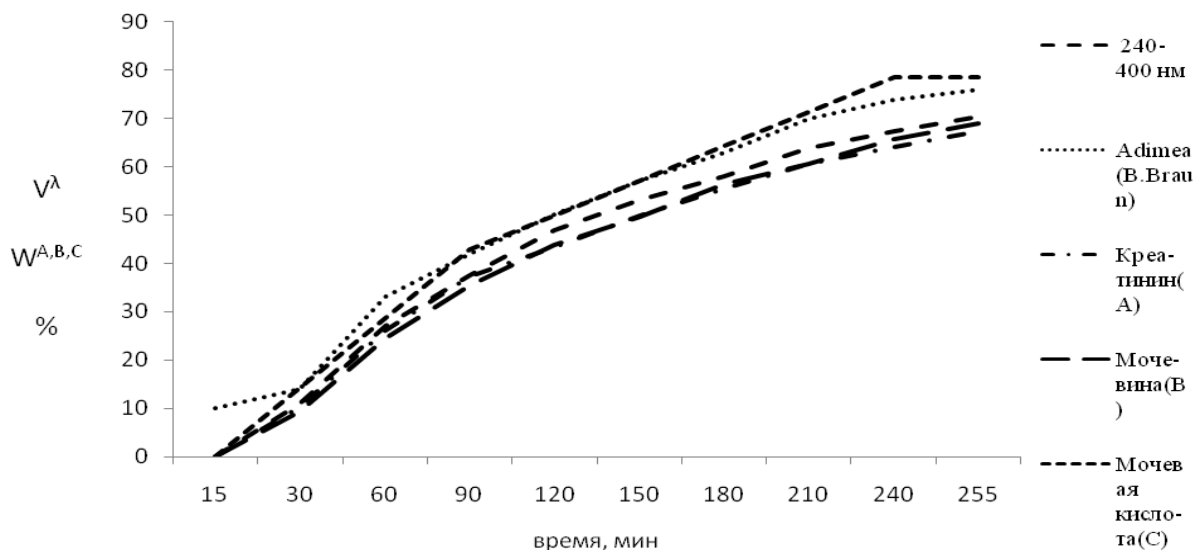


Рис. 3. Сравнение скорости процессов детоксикации в течение ГД больного Ш., полученные из биохимического анализа диализной жидкости, Adimea technology (B.Braun) и интегрального коэффициента поглощения в области 240 – 400нм

Изменение скорости детоксикационных процессов ГД, полученных по результатам измерения концентрации в диализной жидкости мочевины и креатинина, близки к аналогичным показателем по интегральному спектральному показателю экстинкции в диапазоне длин волн от 240 до 400 нм. В то время как скорость детоксикационных процессов Adimea technology (B.Braun) с большой вероятностью описывает скорость детоксикационных процессов, обусловленных содержанием мочевой кислоты в диализной жидкости.

Таким образом, предложенная методика позволяет оценить процесс ГД одновременно по нескольким низкомолекулярным компонентам и поэтому может быть рекомендована в качестве способа получения объективной информации об эффективности процесса детоксикации.

Разработанная методика была применена для исследования влияния интрадиализных физических нагрузок на процессы детоксикации.

Исследование включало три сеанса ГД одного пациента: первый сеанс – пациент находился в покое, во втором – выполнял физическую нагрузку в течение первого часа ГД, и в третьем – выполнял физическую нагрузку в течение второго часа ГД.

Сравнение формы спектров экстинкции диализной жидкости в покое и при выполнении интрадиализной физической нагрузки показало, что качественного состав диализной жидкости остался неизменным. На рисунке 4 представлены результаты оценки.

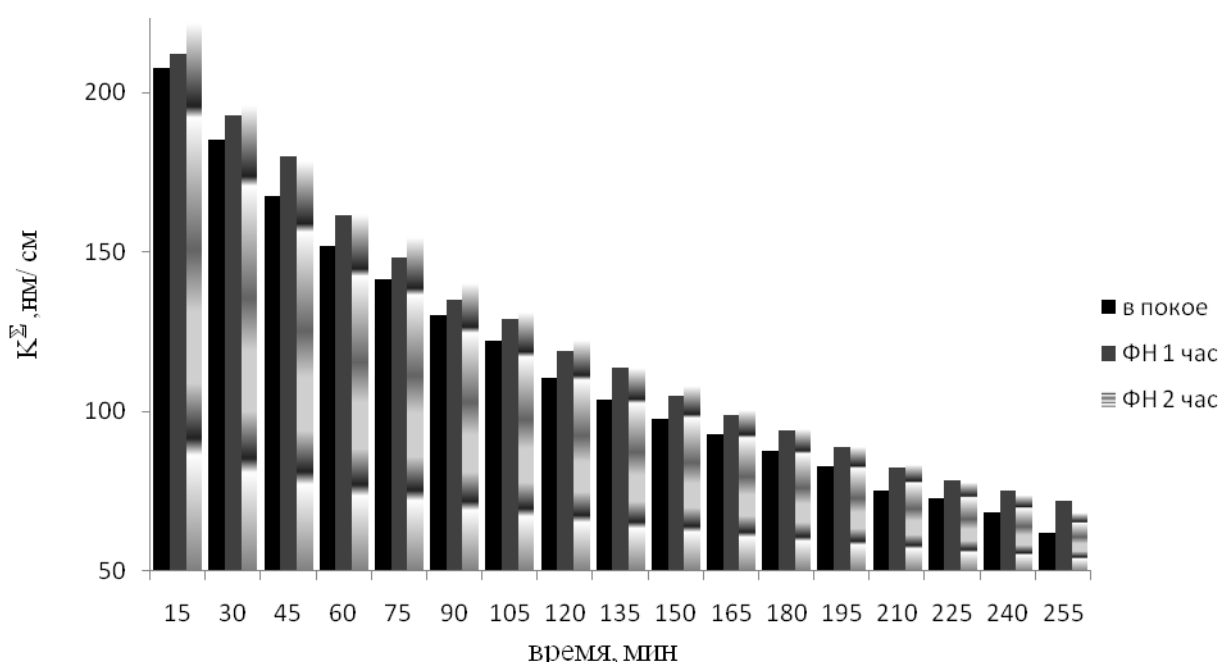


Рис. 4 Изменение интегрального показателя спектрального поглощения диализной жидкости в диапазоне от 240 до 400 нм больного Ш. в покое, интрадиализной ФН на первом и втором часе процедуры ГД.

Интегральные спектральные показатели экстинкции в диапазоне длин волн 240-400 нм диализной жидкости больного при физической нагрузке повышаются по сравнению с покоем в течение всей процедуры ГД (рисунке 4). Но как видно из рисунка 4, интрадиализная физическая нагрузка незначительно повышает эффективность выведения веществ экстинкция которых на спектре представлена в диапазонах от 270 до 290 нм.

Отношение интегральных спектральных показателей диализной жидкости больного при выполнении физической нагрузки по отношению к аналогичным показателям в покое выше единицы, что говорит об ускорении детоксикационных процессов, хотя и незначительно. Отношение интегральных спектральных показателей диализной жидкости больного при выполнении физической нагрузки на первом и втором часах процедуры ГД меньше единицы, что говорит о более эффективном влиянии физической нагрузки, выполняемой пациентом на втором часу ГД, в сравнении с физической нагрузкой, выполняемой на первом часу. Это требует дальнейшего подтверждения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Василевский А.М., Коноплев Г.А. Поликомпонентный мониторинг процесса гемодиализа методом УФ-спектроскопии // Биотехносфера. №1 (1). 2009. с. 18–24.
2. Birinder S. B., Anthony C., O'Sullivan J., Chan M., Patwardhan A., Kelly J., Gillin A. Progressive resistance training during hemodialysis: rationale and method of a randomized-controlled trial / Hemodialysis International. – 2006 – 10 – p. 303–310.
3. Дидур М.Д., Земченков А.Ю., Вишневский К.А., Герасимчук Р.Л., Комашня А.В. Способы оценки состояния пациентов во время интрадиализных физических тренировок у больных хронической почечной недостаточностью 3 ст. // Актуальные проблемы спортивной медицины и реабилитации. СПб, 2007. с 34–35.

Вассерман Е.Л., Карташев Н.К.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С РЕГИСТРАЦИЕЙ
ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И СИНХРОННЫМ СБОРОМ ИНФОРМАЦИИ ВНЕШНИМИ
УСТРОЙСТВАМИ**

В ходе выполнения исследовательской работы по комплексной обработке биометрических данных мы столкнулись с необходимостью в управляемой синхронной регистрации разнородных физиологических и технических сигналов. Запись ряда интересующих нас сигналов (электроэнцефалографического, в частности) требует использования дорогостоящей аппаратуры. Аппаратура эта уже имеется в нашем распоряжении, однако она не позволяет осуществлять запись сигналов, попавших в круг наших интересов сравнительно недавно (пульсоксиметрические параметры, дыхательные движения и др.). Кроме того, мы планируем и дальше увеличивать разнообразие типов регистрируемых сигналов, поэтому приобрести один раз и навсегда универсальный прибор у нас не получится – его возможностей рано или поздно тоже перестанет хватать.

В такой ситуации целесообразно не менять полностью аппаратную базу при появлении потребности в новых каналах, а лишь пополнять ее недостающими приборами, по возможности сохраняя уже имеющиеся. Но для того чтобы производить с помощью этих разнородных приборов многоканальную запись в едином времени, нужно синхронизировать все приборы между собой. Мы осуществили это при помощи внешнего устройства – синхронизатора. Его основная функция – формирование импульсов для подачи на свободные входы регистрирующей аппаратуры, или, если таких входов нет, – подмешивание синхроимпульсов к измеряемому аппаратурой сигналу. Готового синхронизатора на рынке медицинской техники нам найти не удалось, поэтому мы разработали его самостоятельно с привлечением соответствующих специалистов.

Синхронизации подлежали электроэнцефалограф, видеокамера, звукозаписывающая и звуковоспроизводящая аппаратура. Поскольку в будущем список синхронизируемых устройств может быть расширен, в набор выходов и входов синхронизации мы включили несколько вакантных каналов с настраиваемыми характеристиками.

Синхронизация электроэнцефалографа при помощи нашего устройства производится путем подачи синхроимпульсов в отдельный аналоговый канал электроэнцефалографа. К аудиосигналу синхроимпульсы либо примешиваются, либо подаются по не используемому в данный момент каналу (левому или правому). Для синхронизации видеоизображения используется светодиод, загорающийся в кадре камеры. Синхроимпульсы формируются по команде, получаемой устройством от персонального компьютера (ПК).

Мы дополнили устройство функциями оцифровки и передачи в ПК обычного для полиграфических исследований набора входных сигналов: электрокардиограммы, пульсоксиметрического сигнала, пневмограммы, кожно-гальванической реакции, сигнала кнопки отметки событий. Также мы заложили в устройство несколько вакантных аналоговых входных каналов и специальный канал, предназначенный для оцифровки аудиосигнала. Последний канал предназначен для отметки времени предъявления испытуемому звуковых стимулов при помощи внешней звуковоспроизводящей аппаратуры. Получившееся в результате устройство мы назвали «Полиграф-синхронизатор ЛБМИ-001».

Физически устройство состоит (см. рисунок 1) из основного блока со встроенным блоком питания и аудиоблоком и комплекта датчиков, электродов, кабелей и соединителей. Устройство обеспечивает оцифровку и передачу в ПК сигналов, полученных по следующим каналам:

- а.) два электрокардиографических канала;
- б.) канал оптического пульсоксиметрического датчика стандарта Nellcor DS100A (по каналу передаются данные пульсограммы и сатурации гемоглобина крови кислородом);
- в.) два канала для подключения двухпозиционных переключателей (кнопок) отметки событий исследователем и (или) испытуемым;
- г.) один канал, входным сигналом которого является монофонический сигнал с аудиоклонки ПК или сигнал с левого линейного выхода звуковой карты ПК (для синхронизированного предъявления звуковых стимулов);
- д.) один канал кожно-гальванической реакции, измеряемой как сопротивление кожи постоянному току 0,5 В;
- е.) два канала дыхания: грудного и брюшного (для регистрации дыхательных движений мы используем тензорезисторные датчики мостового типа производства фирмы «Медиком-МТД»);
- ж.) два аналоговых дифференциальных канала с максимальным размахом входного сигнала 1 мВ;
- з.) один аналоговый канал с максимальным размахом входного сигнала 5 В;
- и.) один дискретный канал (логические уровни на входе).

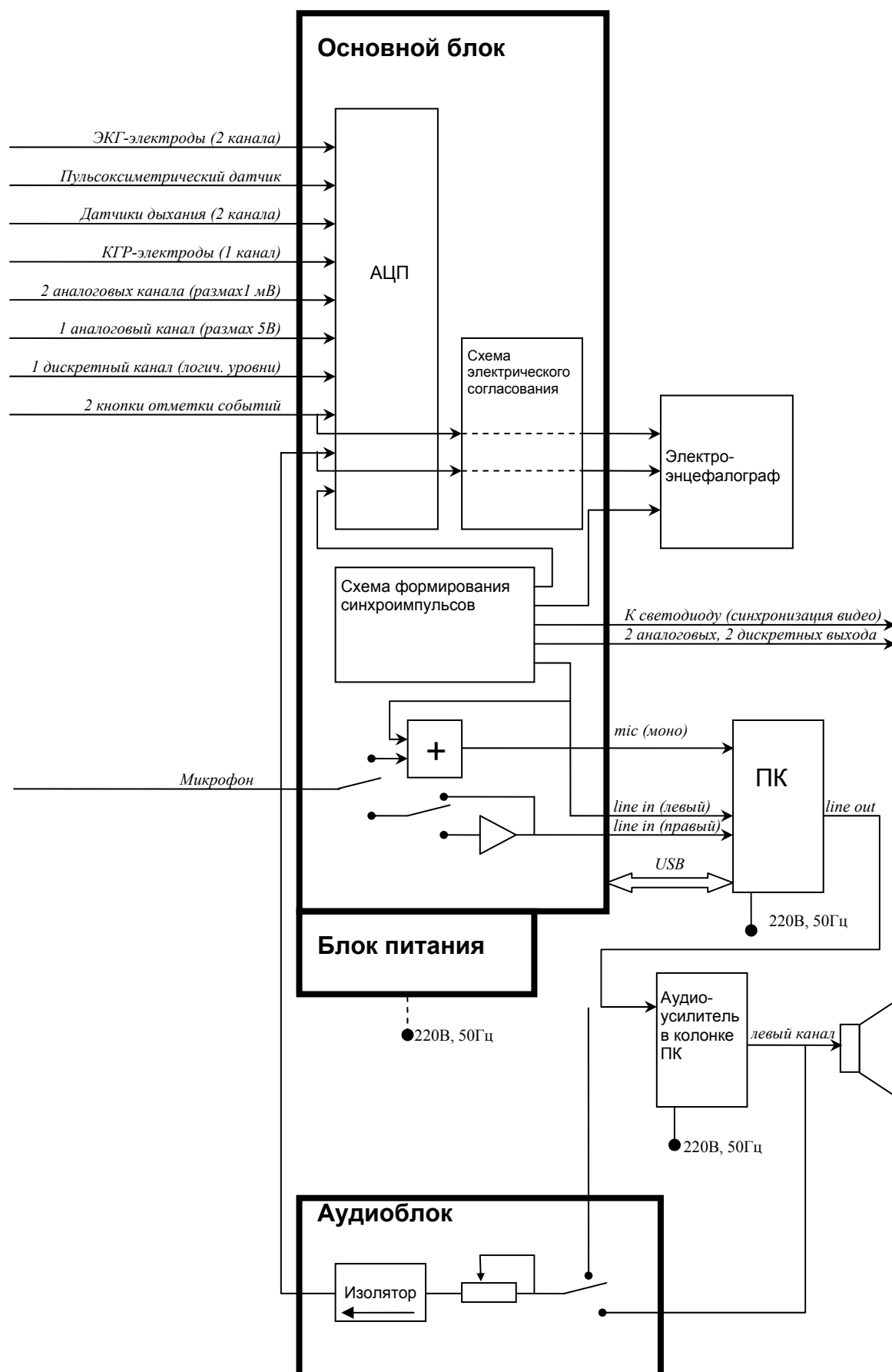


Рис. 1. Общая схема разработанного устройства

Устройство формирует по команде, полученной от ПК, импульсы для синхронизации следующих внешних устройств:

а.) электроэнцефалографа (подаются в отдельный универсальный канал электроэнцефалографа);

б.) звуковой карты ПК (синхроимпульсы примешиваются к сигналу от электретного микрофона либо подаются в левый канал линейного входа звуковой карты ПК, см. рисунок 1);

в.) видеокамеры (зажигается светодиод, находящийся в кадре).

Также предусмотрены два изолированных аналоговых и два дискретных выхода для подключения новых цепей синхронизации.

Синхроимпульс представляет собой прямоугольник или кодовую последовательность прямоугольников. Амплитуда и длительность, а в случае кодовой последовательности – также величины интервалов между импульсами настраиваются программным путем. Наименьшая возможная длительность синхроимпульса и интервала между импульсами в кодовой последовательности – 4 мс, наибольшая – 1 с. Наибольшая длина кодовой последовательности – 5 импульсов. Фронты синхроимпульсов появляются на всех выходах устройства одновременно (возможен сдвиг фронтов друг относительно друга на несколько тактов микроконтроллера устройства). Если используется кодовая последовательность, за начало синхроимпульса принимается фронт первого из импульсов, входящих в последовательность. Синхроимпульсы согласованы по электрическим характеристикам со входами приборов, на которые они подаются.

Также устройство обеспечивает передачу в электроэнцефалограф сигналов с кнопок отметки событий и аудиоклонки ПК, согласованных по электрическим характеристикам с аналоговыми входами прибора. Это было сделано для обеспечения совместимости со старыми схемами проведения экспериментов.

Интерфейс связи устройства с ПК совместим со стандартом USB 2.0 (для взаимодействия с программой используется виртуальный COM-порт).

Схематично состав каналов и взаимосвязи разработанного устройства изображены на рисунке 1. Электрические характеристики каналов сведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Характеристики входных каналов разработанного устройства

Имя канала	Максимальный размах сигнала	Точность	Нижняя частота среза, Гц	Верхняя частота среза, Гц	Частота дискретизации, Гц
Канал ЭКГ	5 мВ	10 мкВ	0.5	100	250
Каналы дыхания			0.1	10	25
2 аналоговых канала	1 мВ	5 мкВ	0.1	100	250
1 аналоговый канал	5 В	10 мВ	0.1	100	250
1 дискретный канал	логические уровни				250
Выход аудиоблока	Размах сигнала настраивается потенциометром в аудиоблоке		0.1	100	250
Канал КГР	Диапазон измеряемых сопротивлений 10К—10М, используемое для этого напряжение 0.5В		0	100	250

Таблица 2

Характеристики выходных каналов разработанного устройства

Имя канала	Максимальный размах сигнала	Точность	Форма сигнала
Вход электроэнцефалографа (кнопки)	300 мкВ	10 мкВ	Прямоугольник
Вход электроэнцефалографа (аудиосигнал)	300 мкВ	10 мкВ	Без изменений
Вход электроэнцефалографа (синхроимпульс)	300 мкВ	10 мкВ	Прямоугольник(и)
2 аналоговых выхода	5 В	10 мВ	Прямоугольник(и)
2 дискретных выхода	логические уровни		
Канал микрофона	На входе сигнал с электретного микрофона		Форма основного сигнала (речь) без изменений, синхроимпульс – синусоида

Таким образом, разработанное нами устройство является полноценным полиграфом и одновременно имеет уникальные для полиграфа функции синхронизации новых устройств. На случай, если заложённых нами сейчас резервных входов или выходов в будущем не хватит, в электрической схеме устройства предусмотрена возможность подключения $N \leq 3$ экземпляров устройства к одному ПК (поддерживающая эту функцию программа для микроконтроллера пока не реализована). При этом будет обеспечена синхронизация всех экземпляров устройства между собой на аппаратном уровне. По отношению к программному обеспечению высокого уровня такая система будет вести себя как единое устройство, имеющее в N раз больше входов и выходов, чем имеет один экземпляр устройства.

Денисова Д.М.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН
ДИАГНОСТИКА АВТОРИТАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛИЧНОСТИ КАК ФАКТОРА РИСКА
ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ**

Введение

Тип личности, известный как авторитарный, привлекает внимание философов и социологов еще с начала XX века. Причиной этому стало широкое распространение идей гуманизма, в которых акцент ставился на значимость человеческого начала в социальных отношениях, освобождение человечества от всех форм эксплуатации, доминирования или подавления. Синдром авторитарной личности проявляется, прежде всего, в межгрупповых конфликтах, предрассудках и нетерпимости, поддержке антидемократической власти. Носители синдрома обладают специфическим набором представлений о мире, основанным в первую очередь на категориях силы и слабости.

Согласно ряду исследователей, в России уровень авторитаризма сравнительно высок в силу культурных и конкретно-исторических факторов. За счет механизмов социального наследования данный тип личности весьма устойчив в обществе, при этом он практически не поддается коррекции и в ряде случаев может представлять опасность для общества. Поэтому его изучение представляет особый интерес, как с научной, так и с практической точки зрения.

1. Авторитарный синдром как фактор риска психосоматических заболеваний

Согласно теории Т. Адорно [1], принадлежность личности к авторитарному типу определяется наличием совокупности следующих особенностей:

1. Конвенционализм.
2. Авторитарное раболепие.
3. Авторитарная агрессия.
4. Анти-интрацепция.
5. Суеверность и стереотипизм.
6. Силовое мышление и культ силы.
7. Деструктивность и цинизм.
8. Проективность.
9. Сексуальность.

Под конвенционализмом понимается следование нормам среднего класса, стремление быть «как все», которое следует отличать от простого признания норм как выражения сформировавшейся совести. «Конвенционалистический индивид способен с чистой совестью подчиняться диктату внешних сил и последовать за ними, куда бы они его ни повели, и будет в состоянии заменить свой моральный кодекс совсем другим [1; с. 54]». В своем экстремальном проявлении эта черта связана с агрессией в адрес тех, кто нарушает принятые нормы.

Авторитарное раболепие означает эмоциональную потребность в подчинении вне зависимости от реальных качеств авторитетов, будь то родители, политический лидер или сверхъестественные силы.

Авторитарная агрессия направлена в сторону людей или групп, чье поведение не соответствует традиционным нормам. Причиной авторитарной агрессии и авторитарного раболепия считается подсознательная враждебность, подавленная в детском возрасте и поэтому всегда направленная на замещающий, слабый объект. В качестве компенсации преувеличивается почтительное отношение к любой официальной или неофициальной власти. Нередко авторитарная личность активно выискивает «козла отпущения»; наибольшую агрессию с ее стороны вызывают те самые проступки, за которые она сама в детстве подверглась наказанию. Санкции, предлагаемые таким человеком, всегда преувеличенно жесткие – по принципу «чтобы другим неповадно было».

Термин анти-интрацепция был предложен Г. Мюрреем как определение неприязненного и нетерпимого отношения к любым проявлениям субъективности, эмоциональности и «мягкодушия».

Внутренняя схема мира строится авторитарной личностью на основе четких и однозначных фактов, а субъективность несет угрозу определенности этой схемы. Согласно концепции В. Райха [4], причиной такого страха перед бессистемностью служит лежащее в основе практически любой идеологии отвержение человеческой сексуальности.

То же стремление к жесткой категоризации окружающих явлений выражает и следующая черта, включенная в авторитарный синдром – суеверность и стереотипизм. Этим обусловлена восприимчивость авторитарных индивидов к доктринам, предлагающим некую упрощенную «черно-белую» схему мира и высшую силу, на которой лежит ответственность за участь человека. Слишком сложные для интерпретации наблюдения, идеи и факты, как правило, вытесняются.

Силовое мышление и культ силы выражаются в проекции своей слабости на другие объекты в сочетании с демонстрацией собственной силы. При этом индивиды «одержимы внутренне противоречивым комплексом власти: и стремятся захватить власть для поддержания своей репутации могущественного человека, и боятся получить власть, дабы не стала очевидной их слабость [1; с. 50]».

Деструктивность и цинизм – вера в низменную природу человека, следствие несформированной системы ценностей, отсутствия принципов и идеалов.

Проективность проявляется в виде приписывания окружающим собственных неприемлемых импульсов; часто имеет форму веры в некий глобальный заговор.

Под сексуальностью у Т. Адорно следует понимать морализаторство по поводу половой жизни в сочетании с преувеличенным интересом к этому вопросу.

В. Н. Куницына подчеркивает, что следует различать понятия «авторитарное поведение» и «авторитарная личность»: «Авторитарное поведение может быть обусловлено не типом личности, а профессиональной ролью или требованиями организации, то есть «демократический» работник может сознательно создавать автократическую атмосферу». В строго формализованных общественных подсистемах авторитарное поведение является официально признанным и одобряемым [3; с. 47], но истинная авторитарность проявляется независимо от ситуации, поэтому зачастую бывает дезадаптивной. В общении авторитарные индивиды не обладают достаточной гибкостью в способах влияния; вследствие сниженного самоуважения повышена тревожность. Для них характерны нетерпение и раздражительность, доходящая до взвинченности, повышенная внешняя и внутренняя конфликтность, отсутствие партнерской ориентации [2]. При высоких моральных установках наблюдается такой тип влияния, как «воинствующая добродетель». Как правило, требования к соблюдению норм поведения окружающими у таких личностей существенно превышают требования к самим себе. «Таким путем они влияют на других людей, трансформируя свое «Я хочу» в «Ты должен» [2; с. 171].

Как следствие, люди, чья личность сформирована по авторитарному типу, находятся в группе риска развития психосоматических заболеваний, причина которых – внутренние конфликты, острые стрессовые ситуации, хронический стресс, деструктивные паттерны мышления, подавление нежелательных эмоций, приводящие к ослаблению иммунитета. Авторитарная личность формируется на основе базовой тревоги [7]; носители синдрома особенно предрасположены испытывать тревогу в ситуации неопределённости [8]. Психологическая ригидность – одна из главных причин этой предрасположенности [9]. Кроме того, антиинтрацепция приводит к систематическому подавлению эмоций, тем самым дополнительно увеличивая риск психосоматических заболеваний. Таким образом, диагностика авторитарного потенциала необходима для выработки стратегии комплексного лечения.

2. Шкала F

Шкала F (F-scale) – опросник [1], разработанный Т. Адорно с соавторами в 1950 году в ходе исследований личности «фашистского» типа. Его предназначение – выявлять авторитарный потенциал личности посредством измерения выраженности черт, составляющих авторитарный синдром. Авторы выявили корреляцию между интенсивным употреблением «всеобщностных» утверждений и фашистской личностью.

Методика в русском переводе была применена в ходе проведенного в 2008 году исследования роли авторитарных черт личности в формировании представлений о моде. Для дистанционного экспресс-тестирования авторитарного потенциала испытуемых посредством сети Internet была создана русифицированная версия интерактивного опросника, позволяющего автоматически рассчитать результат. Опросник имеет вид веб-страницы и написан на языке HTML, поэтому для его использования не требуется дополнительного программного обеспечения. Он доступен по адресу <http://beno.alterneth.ru/LBMI/fscale.htm>.

Шкала F состоит из 30 утверждений; рядом с каждым предложено 6 возможных степеней согласия. Каждая степень дает определенное количество баллов:

1. Абсолютно не согласен.
2. Не согласен.
3. Частично не согласен.
4. Частично согласен.
5. Согласен.
6. Абсолютно согласен.

Испытуемые были проинструктированы следующим образом: перед Вами ряд утверждений, которые помогут определить некоторые свойства Вашей личности. Внимательно прочтите каждое и оцените степень вашего согласия с ним. Вы должны выбрать одну из 6 предлагаемых степеней согласия, поставив рядом с ней знак «+».

3. Результаты испытания шкалы F на испытуемых, принадлежащих к русской культуре

Объектом исследования послужили 32 человека в возрасте от 15 до 25 лет. Их средний возраст составлял 20 лет. Согласно теории психосоциального развития Э. Эриксона [6], выборка была разделена на две возрастные группы, граница между которыми приходится на 18-летний возраст. Все испытуемые происходили из семей, где социальной нормой являлось высшее образование, и были либо ориентированы на его получение, либо уже окончили ВУЗ. Средний результат, полученный с помощью переведённой версии (3,95) расходится с результатом, полученным Т. Адорно (3,84), на

0,11 балла. Такой результат свидетельствует о том, что средний уровень авторитарности у испытуемых, принадлежащих к русской культуре, находится в пределах установленной Т. Адорно нормы (от 3 до 4,5). Методика диагностики межличностных отношений Т. Лири [5] подтвердила наличие выраженного авторитарного потенциала у испытуемых, набравших высокий балл по шкале F.

Заключение

Анализ источников показал, что для авторитарных индивидов характерны психологические особенности, являющиеся предпосылками к психосоматическим расстройствам.

Шкала F является проверенным инструментом исследования авторитарного потенциала личности. Для повышения эффективности исследовательского процесса русифицированная шкала F была представлена в виде интерактивного опросника, написанного на языке HTML и размещённого на Web-странице.

В ходе исследования установлено, что этот опросник пригоден к применению для исследования испытуемых, принадлежащих к русской культуре. Особый научный интерес представляет эмпирическое выявление связи между наличием заболеваний, характерных для психосоматических нарушений, и наличием авторитарного синдрома.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адорно Т. Исследование авторитарной личности. Под редакцией доктора филос. наук В. П. Култыгина. – М.: Серебряные нити, 2001. – 416 с.
2. Куницына В. Н. Типы личности в социальной психологии: авторитарная личность. / Теоретические и прикладные вопросы психологии (параметры личности). Выпуск 2. Часть 2. Под ред. проф. Крылова А. А. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1996. – 160 с.
3. Куницына В. Н. Типы личности в социальной психологии: авторитарная личность. / Теоретические и прикладные вопросы психологии (параметры личности). Выпуск 2. Часть 2. Под ред. проф. Крылова А. А. – СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1996. – 160 с.
4. Райх В. Психология масс и фашизм. – СПб.: Университетская книга, 1997. 380 с.
5. Собчик Л.Н. Методы психологической диагностики. Вып.3. Диагностика межличностных отношений. Модифицированный вариант интерперсональной диагностики Т. Лири. Метод. Руководство. М., 1990.
6. Эрикссон Э. Детство и общество. Пер. с англ. – СПб.: ЛЕНАТО, АСТ, Фонд «Университетская книга», 1996. 592 с.
7. Zevedei Barbu. Democracy and dictatorship: their psychology and patterns of life. – London, Routledge, 2003. 284 p.
8. John Duckitt. Authoritarianism and Dogmatism. Handbook of Individual Differences in Social Behavior, edited by Mark R Leary & Rick H. Hoyle – New Zealand, Guilford Press, 2009. 624 p.
9. Dan O'Hair, Gary L. Keps. Applied communication theory and research. – Hillsdale, New Jersey: Routledge, 1990 392 p.

Романов С.П., Алексанян З.А.

Россия, Санкт-Петербург, Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН,

Институт мозга человека РАН

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НЕИНВАЗИВНОЙ ИНТЕГРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ МОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА

Многофакторное поражение центральной нервной системы (ЦНС) приводит к заболеваниям, клиническая картина которых характеризуется сложным сочетанием нескольких симптомов, что существенным образом затрудняет выделение основной причины патологического состояния, и, как следствие, затрудняет постановку правильного диагноза. От того, насколько точным является диагноз, в свою очередь, существенным образом зависит выбор эффективной терапии. Синдром паркинсонизма (СП) — один из примеров такого многофакторного поражения ЦНС. Причиной СП может быть либо системное поражение, либо дисфункции различных отделов моторной системы. СП проявляется в виде трёх основных симптомов — тремора, ригидности и акинезии — и их сочетаний [1,2]. Наиболее распространённое проявление СП — тремор, частота которого используется в качестве диагностического критерия [3]. Но этот параметр является субъективным, во-первых, из-за неоднозначности места прикрепления датчиков на теле испытуемого, а во-вторых, из-за перекрытия диапазонов регистрируемых частот в различных клинически устанавливаемых диагнозах [4]. Анализ параметров движений обычно применяют для раскрытия центральных механизмов управления и понимания общих принципов функционирования ЦНС. Биомеханическую структуру локомоторных актов, включая поддержание вертикальной стойки, используют как диагностический критерий патологического состояния ЦНС, сравнивая её с нормой, выявленной на здоровых испытуемых. Исследование пациентов с нарушением двигательной функции позволяет обосновывать гипотезы о взаимодействии структур моторной системы и их структурно-функциональную организацию при подготовке и реализации двигательных актов [5,6]. Изучение механизмов управления движениями и развития патологических состояний требует новых методологических подходов как для оценки функционального состояния ЦНС, так и для раннего обнаружения и дифференциальной диагностики поражений моторной системы, в частности, при болезни Паркинсона и синдроме паркинсонизма, требующих принципиально различных методов лечения пациентов [7,8,9].

Для оценки неинвазивной интегральной активности моторной системы мы изучаем, в отличие от анализа движений, особенности управления изометрическим усилием, удержание которого

сопровождается пропорционально прикладываемой силе произвольной активацией структур ЦНС самим испытуемым или пациентом. Выбор нами методологии исследования и способ анализа удерживаемого изометрического усилия обосновываются представлениями Ч.Шеррингтона о «воронке» и «общем конечном пути», формируемом в центральных областях нервной системы и нисходящим к мотонейронным пулам, положениями Н.А. Бернштейна о многоуровневой организации системы управления движениями и необходимой для выполнения целенаправленных двигательных актов кольцевой регуляции на основе сенсорных коррекций, а также принципом гомеостатирования в кольцевых структурах свойствами их элементов параметров циркулирующих импульсных потоков, установленным нами в исследовании на модели нейронной сети [10,11]. Анализ нейронной активности не может объяснить поведение организма, так же как и анализ поведения не проливает свет ни на принципы взаимодействия нейронных образований мозга, ни на механизмы целостного функционирования нервной системы. Необходимы интегральные критерии и оценки функционального состояния нервной системы, реализующего это поведение. Изучение принципов и механизмов управления движениями требует выбора адекватных поставленной задаче биологических параметров, новых подходов к объекту исследования и поиска или разработки новых способов анализа и отображения результатов обработки данных. Предложенное нами изучение особенностей управления изометрическим усилием позволило объективно анализировать на человеке произвольно изменяемую интегративную активность моторной системы.

На рисунке 1 а представлены десятисекундные фрагменты произвольной компоненты изометрического усилия левой (слева от центральной оси, одно деление шкалы — 100 г) и правой (справа) руки, одновременно регистрируемые с частотой квантования 400 Гц. Амплитуда и частота колебаний произвольной компоненты увеличиваются по мере увеличения произвольно удерживаемой силы (рисунок 1 б) в пяти последовательных тестах (№1–5), что отражено в увеличении стандартного отклонения (горизонтальная штриховка) произвольной компоненты, причём по параболическому закону при линейном увеличении силы. Характеристику произвольно управляемого изометрического усилия представляют спектры Фурье, изменение огибающих которых при увеличении силы демонстрирует рисунок 1 в. Амплитудно-частотные параметры изометрического усилия отражают структуру нисходящей активности к мотонейронным пулам сегментарного уровня непосредственно через силу сокращения мышц без преобразования этой силы в ускорение, скорость и смещение инерционных масс подвижных звеньев тела при выполнении движений. Обычный статистический анализ параметров изометрического усилия и стандартные процедуры быстрого преобразования Фурье выявляют частотные диапазоны составляющих спектральной плотности, которые можно соотносить с активностью определённых структур моторной системы в соответствии с классификацией физиологического и патологического тремора.

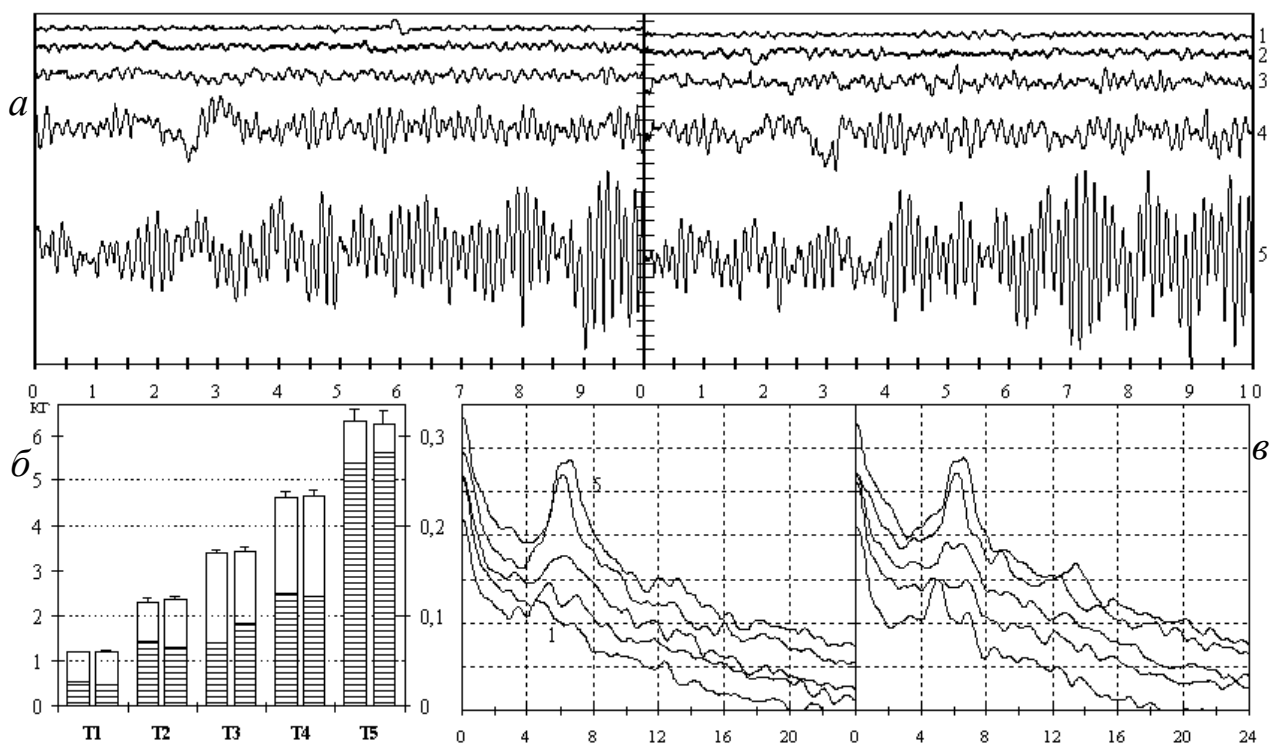


Рис. 1. Параметры изометрического усилия здорового испытуемого (И72), представленные в виде произвольной компоненты (а), усреднённых за 30 с значений произвольного усилия (б) и соответствующими графиками спектральной плотности (в) для левой и правой руки

Специфика функционирования системы управления движениями такова, что в норме повышенными значениями спектральной плотности выделяются корреляты произвольной активности на частоте до двух герц и структур сегментарного уровня в диапазоне 7–12 Гц, расположение пика в котором смещается с возрастом в область низких частот. Значения спектральной плотности в этих диапазонах возрастают с увеличением силы изометрического усилия. Следует отметить, что параметры изометрического усилия при минимальной прикладываемой силе (легкое прикосновение к тензометрическим датчикам) близки тремору как непроизвольному компоненту управления, обычно регистрируемому акселерометрами или датчиками движения.

Тестирование пациентов с поражением центральных структур моторной системы выявляет уже при минимальном изометрическом усилии эндогенную (врождённую или приобретённую) активность повышенными значениями спектральной плотности в диапазоне 3–7 Гц, амплитуда которых характеризует «глубину» поражения, а частота может быть сопоставлена с уровнями моторной системы, вовлечёнными в патологический процесс, и использоваться как диагностический критерий. Использование изометрического усилия как тестовой процедуры расширяет возможности дифференциальной диагностики добавлением новых объективных критериев, например, направлением изменений амплитуды регистрируемых непроизвольных колебаний и составляющих спектральной плотности при минимальном и максимальном (индивидуально) удерживаемом усилии, которые невозможно получить при использовании датчиков движения. Характерные при патологии моторной системы кривые спектральной плотности изометрического усилия, одновременно удерживаемого левой и правой рукой, представлены на рисунке 2. Графики спектральной плотности представлены в логарифмическом масштабе, чтобы показать диапазон частот свыше 12–14 Гц, в котором значения спектральной плотности отличаются на 3–4 порядка от области произвольного управления 0–2 Гц и относимой к активности центральных структур моторной системы области 4–8 Гц. Огибающие спектральной плотности характеризуют различное состояние моторной системы у этих пациентов уже при минимальном усилии (тонкие линии). Тест на удержание максимального усилия (индивидуально для каждого пациента или испытуемого, толстые линии) показывает разный прирост составляющих спектра как реакцию на произвольную активацию структур моторной системы, позволяя выявлять скрытые патологические состояния, внешне не проявляемые. Повышение амплитуды и изменение частоты и формы колебаний относительно нормы, выявленной на здоровых испытуемых, служат диагностическими признаками нарушения центральных механизмов регуляции движений. Ранее мы показали, что по направленности изменения параметров изометрического усилия на увеличение удерживаемой силы пациентов можно разделить на шесть групп в зависимости, очевидно, от этиологических факторов, вызывающих как соматические поражения, так и затрагивающих нарушение биохимических механизмов регуляции в различных отделах моторной системы [12]. Хотя число ответных реакций ограничено, их выраженность и сочетание у больных широко варьируют даже при одном и том же заболевании или клинически устанавливаемом диагнозе.

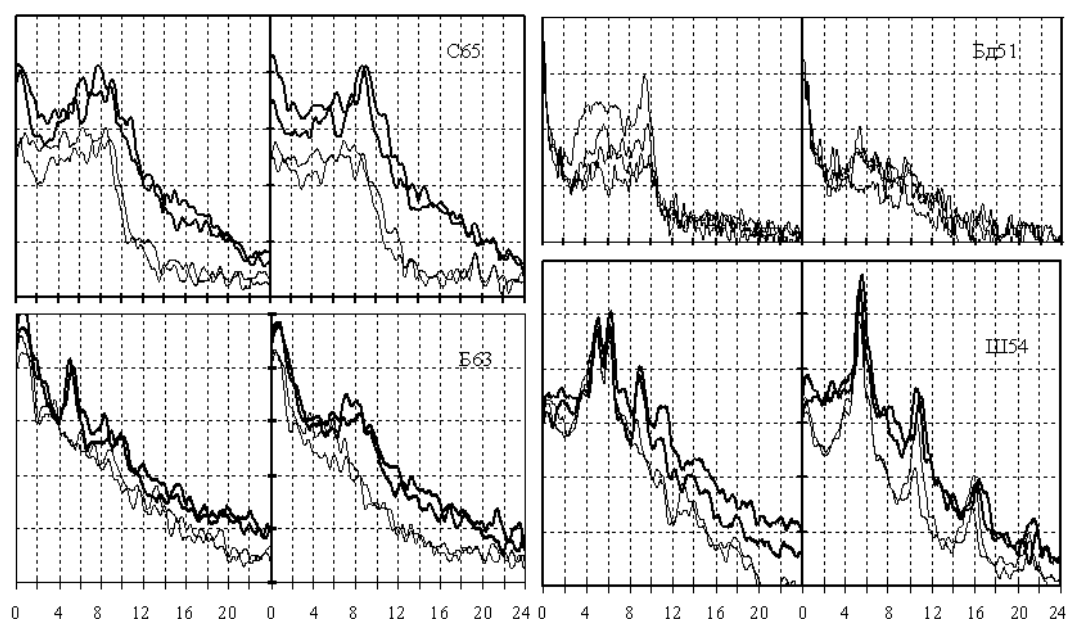


Рис. 2. Графики спектральной плотности изометрического усилия левой и правой руки у пациентов с клиническим диагнозом синдром паркинсонизма

Однако, только статистических методов анализа с вычислением средних значений и их стандартных отклонений, построения корреляционных зависимостей и распределений спектральной плотности недостаточно для понимания взаимодействия структур моторной системы как в норме, так

и при различных патологиях ЦНС. Мы понимали, что каждый уровень моторной системы, образующий контур с мотонейронным пулом, на сегментарном уровне формирует циклическую активность, частота которой должна быть тем ниже, чем «выше» данный контур будет по отношению к нижнему, сегментарному, уровню. Так как при произвольном удержании изометрического усилия в кольцевых структурах разных уровней моторной системы возникает циклическая активность, её свойства наряду с эндогенно существующей активностью можно выявить методами анализа временных рядов, в качестве которых в нашем случае выступает регистрируемое изометрическое усилие. Для выявления этой циклической активности воспользовались программой CaterpillarSSA для разложения последовательных временных рядов на главные компоненты, а также разработали на языке программирования R программу последовательного вычисления главных компонент на каждом шаге квантования для регистрируемого временного ряда.

Разложение временных последовательностей произвольно удерживаемого изометрического усилия на главные компоненты позволило выделить 5–7 существенных компонент, огибающие которых воль оси частот имеют чётко выраженные максимумы в диапазоне 1–10 Гц. Первая компонента имеет наибольший максимум, соответствующий её вкладу в исходный временной ряд. Максимумы последующих главных компонент имеют последовательно уменьшающиеся значения, а их огибающие расположены в пределах частотного диапазона так, что они оказываются вложенными друг в друга, примыкая нисходящими ветвями в области низких частот (рисунок 3). Вклад каждой компоненты на каждом шаге квантования выражен в процентах, так что их сумма вдоль оси разложения всегда равна 100%. Рисунки 3 а, б показывают результат разложения произвольных колебаний изометрического усилия, фрагменты которых представлены на рисунке 1 и соответствуют тестам №2 и №4. С увеличением усилия максимумы главных компонент смещаются в область высоких частот в соответствии с нейрофизиологическими данными реакций возбудимых образований на энергетически возрастающий стимул, и происходит перераспределение их вклада в исходный временной ряд. Мы построили графики изменения положения максимумов относительно оси частот при изменении силы, соединив линиями максимумы анализируемых главных компонент при каждом произвольном усилии (1–5 на рисунке 3 в) и максимумы, соответствующие каждой главной компоненте при изменении усилия (1–7 на рисунке 3 г). На графиках видно, что при минимальных усилиях (тесты №1 и №2) максимумы главных компонент увеличиваются по амплитуде и смещаются в область высоких частот. При умеренных и больших усилиях такую тенденцию сохраняют только первая и вторая главные компоненты разложения, тогда как максимумы остальных главных компонент уменьшают свой вклад в исходный временной ряд, сохраняя тенденцию к увеличению частоты. В соответствии с организацией моторной системы считаем, что первые две главные компоненты, увеличивающие свой вклад и преобладающую частоту, соответствующую их максимумам, с увеличением удерживаемого усилия, могут характеризовать активность сегментарного и коркового (пирамидный тракт) уровней моторной системы. Остальные, с меньшим вкладом, пять главных компонент, изменение максимумов которых относительно частоты разложения показывает сходные между собой паттерны, возможно, характеризуют участие экстрапирамидных путей в формируемом моторном выходе.

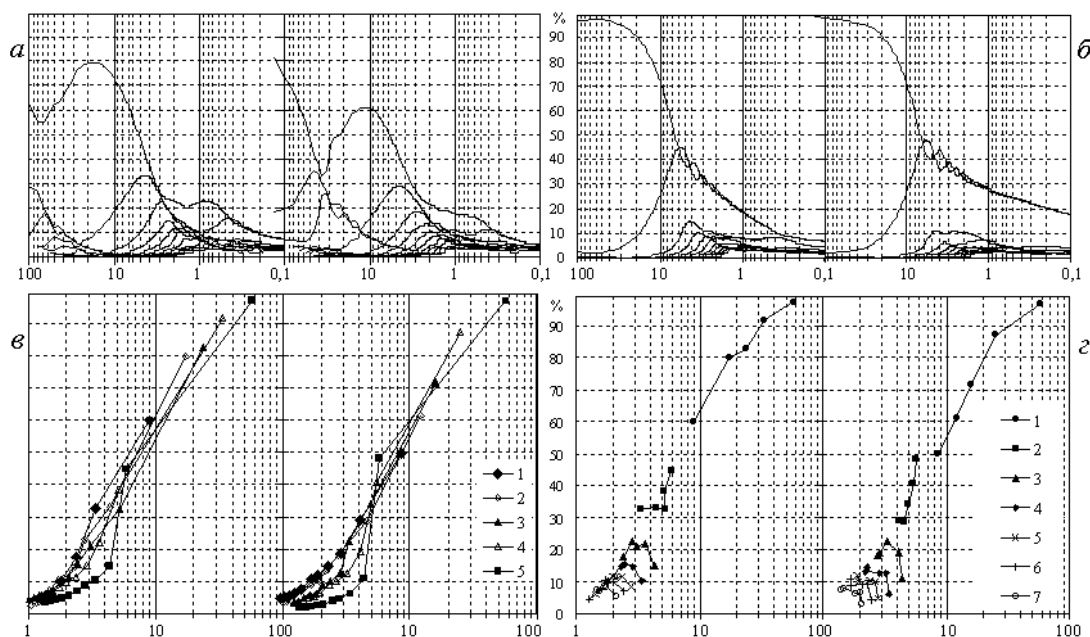


Рис. 3. Примеры разложения произвольной компоненты изометрического усилия на главные компоненты (а и б) и зависимости распределения максимумов главных компонент (в и г) относительно частоты разложения при изменении силы изометрического усилия (здоровый испытуемый)

Полагаем, что распределение максимумов главных компонент характеризует циклическую активность, формируемую с участием разных уровней организации моторной системы, и требуются более тонкие и сложные методы анализа для выявления дополнительных свойств этой интегративной активности моторной системы, выявляемой неинвазивным методом в тестах произвольного управления изометрическим усилием [13].

Накапливаемые данные исследования требуют дальнейшего обобщения с целью понимания участия и взаимодействия структур моторной системы при выполнении движений в норме, а также при развитии патологических процессов и восстановлении двигательной функции. На первое место встают проблемы наглядного отображения результатов обработки первичных данных для адекватной их интерпретации.

Метод главных компонент позволил разложить исходный временной ряд на аддитивные составляющие и, в дополнение к Фурье-анализу, более точно выделить циклическую активность структур моторной системы при удержании изометрического усилия, расширив количество диагностических критериев для оценки функционального состояния ЦНС.

Простота процедуры и минимальное время регистрации позволяют проводить массовый мониторинг разных групп населения с целью выявления и диагностирования дисфункций в моторной системе, ещё не проявляющихся в нарушении движений, в частности, при болезни Паркинсона, диагностируемой через 10–15 лет развития патологии. Хотя современные методы томографии позволяют наблюдать анатомические структуры ЦНС и отображать участие отдельных областей мозга в когнитивных или двигательных реакциях, функционирование целостной системы управления движениями, как в здоровом индивиде, так и при патологиях центрального происхождения, остаётся на уровне гипотез.

Полагаем, что применение метода разложения временных рядов произвольно удерживаемого изометрического усилия позволит неинвазивным методом выявить особенности активации структур моторной системы как у здоровых обследуемых, так и у пациентов с различными центральными формами нарушения движений. Новый подход к анализу данных расширяет возможности фундаментальных исследований в области физиологии движений и способствует дальнейшему развитию модельных представлений о структурно-функциональной организации моторной системы в норме, при развитии патологических состояний и восстановлении двигательной функции.

Современный математический аппарат анализа временных рядов позволил неинвазивным методом объективно изучать активность моторной области нервной системы, отражаемую в параметрах изометрического усилия. Получаемые данные важны не только для дальнейшего развития фундаментальных исследований в физиологии движений, но имеют важное прикладное значение. Именно анализ изометрического усилия позволил изучать функциональную организацию активности моторной части ЦНС, а также предоставил возможность объективного исследования процессов возникновения и развития патологических состояний в клинике, в частности, при центральных нарушениях движений, и контролировать процессы восстановления активности центральных структур мозга при разных формах медикаментозной терапии.

Исследование выполняется при поддержке Программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Фундаментальные науки – медицине» в 2009–2011 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Bain P.G., Findley L.J., Thompson P.D., Gresty M.A., Rothwell J.C., Harding A.E., Marsden C.D. A study of hereditary essential tremor // *Brain*. 1994. Vol. 117, N 4. -805-824.
2. Huber S.J., Cummings J.L. (Eds) Parkinson's disease. Neurobehavioral aspects. New York, Oxford: Oxford University Press. 1992. 368 p.
3. Charles P.D., Esper G.J., Davis T.L., Maciunas R.J., Robertson D. Classification of tremor and update on treatment. *Am Fam Physician*, 1999, 15. 1565–1576.
4. Elble R.J., Koller W.C. Tremor. Baltimore and London: The Johns Hopkins University Press, 1990. 204.
5. Иоффе М.Е. Мозговые механизмы формирования новых движений при обучении: эволюция классических представлений. *Журн. высш. нерв. деят.* 2003, 53 (1) : 5–21.
6. Marsden C.D., Obeso J.A. The functions of the basal ganglia and the paradox of stereotaxic surgery in Parkinson's disease // *Brain*. 1994. Vol. 117, N 4, p. 877–897.
7. Угрюмов М.В. (ред.) Нейродегенеративные заболевания : Фундаментальные и прикладные аспекты. М.: Наука, 2010. 447 с.
8. Deuchl G., Lauk M., Timmer J. Tremor classification and tremor time series analysis. *Chaos*, 1995, 5 (1): 48–51.
9. Ludwig J., Remien P., Guballa C., Binder A. et al. Effect of subthalamic nucleus stimulation and levodopa on the autonomic nervous system in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2007, 78: 742-745.
10. Романов С.П. Нейрофизиологические механизмы гомеостаза двигательной функции. Автореферат дис. ... доктора биологических наук : 03.00.13 / АН СССР. Ин-т физиологии им. И.П. Павлова. Л., 1989.
11. Романов С.П. Концептуальные подходы к выявлению функции структурной организации нейронной сети. *Журн. высш. нерв. деят.* 2000, 50 (2) : 320-343.
12. Романов С.П., Пчелин М.Г., Якимовский А.Ф. Характеристики изометрически регистрируемого тремора при поражении экстрапирамидной системы. *Российский физиол. Журн.* 1997, 83 (1–2): 130–134.
13. Дик О.Е., Романов С.П., Ноздрачев А.Д. Энергетические и фрактальные характеристики физиологического и патологического тремора руки человека. *Физиология человека*, 2010, 36 (2) : 92–100.

Соломатин В.Ф., Шуваев В.Т.

Россия, Санкт-Петербург, Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН

**О ПОСТРОЕНИИ АВТОИНТЕРВАЛОГРАММ ФРАГМЕНТОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ
ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ РЕАКЦИЙ НА ПЕРИОДИЧЕСКУЮ СВЕТОВУЮ СТИМУЛЯЦИЮ**

В докладе [1] мы попытались привлечь внимание к возможности получения полезной информации о функционировании мозга на основе обработки электроэнцефалограмм (ЭЭГ) во временном представлении (в отличие от перехода к спектральным представлениям или определения параметров математических моделей ЭЭГ). Примером обработки во временном представлении является, в частности, построение кросс- и автоинтервалограмм локальных фрагментов ЭЭГ [2].

Одной из функциональных проб, используемых в медицинской клинике при диагностике состояния мозга по генерируемым им электрическим потенциалам, является периодическая световая стимуляция. Визуальный анализ показывает, что при такой стимуляции в ответ на каждую вспышку света возникает импульсоподобное изменение в ЭЭГ (его можно назвать квазиимпульсом). Поскольку упомянутые квазиимпульсы содержат экстремумы, а наличие периодической последовательности экстремумов в обрабатываемой кривой приводит к появлению в автоинтервалограмме последовательности хорошо выраженных пиков, мы предположили, что построение автоинтервалограмм может быть использовано для обнаружения реакций на периодическую световую стимуляцию. Это предположение было нами проверено.

При построении автоинтервалограммы находят локальные фрагменты особой формы в ЭЭГ одного отведения, определяя величины интервалов времени между каждым фрагментом и всеми (или лишь теми, которые отстоят не более чем на заданный интервал) другими фрагментами этого отведения, подсчитывают, сколько раз встречаются интервалы разной величины и результаты отображают в виде графика, на котором по горизонтали откладывают величины интервалов, а по вертикали – число интервалов. Простейшие варианты фрагментов особой формы – максимумы и минимумы (или экстремумы), но могут иметь физиологическую и диагностическую значимость и фрагменты более сложной формы.

Мы разработали компьютерную программу, предназначенную для построения автоинтервалограмм и исследовали возможность её использования при обработке файлов ЭЭГ, предоставленных нам И.А. Святогор. Файлы зарегистрированы аппаратно-программным комплексом «Мицар-ЭЭГ». Стимуляция осуществлялась на частотах 2Гц – 24Гц с шагом 2Гц. Продолжительность стимуляции задавалась вручную и составляла 3 – 4сек. Программирование осуществляли в среде Турбо Паскаль 7.0. В качестве локальных фрагментов ЭЭГ использовались экстремумы. Предварительно по данным, представляемым на экране программой Win EEG фирмы «Мицар», вручную определялись границы интервалов стимуляции и насчитывались вспомогательные таблицы. Файлы, формируемые программой Win EEG, преобразовывались разработанной нами процедурой в файлы отдельных отведений. На экране монитора автоинтервалограммы представлялись в виде последовательности вертикально ориентированных отрезков.

Мы установили, что программа действительно позволяет обнаруживать наличие реакции на периодическую световую стимуляцию, но лишь на частотах выше 6 Гц. Трудность обнаружения реакции на низких частотах объясняется сложностью структуры ЭЭГ, наличием, помимо экстремумов, вызванных стимуляцией, большого количества экстремумов иного происхождения. При росте частоты стимуляции структура ЭЭГ упрощается. Причинами этого являются ослабление или исчезновение в результате стимуляции низкочастотных колебаний и приближение частоты стимуляции к верхней частоте полосы пропускания энцефалографа (30 Гц).

В ответ на каждую вспышку в ЭЭГ возникает (сглаженный) скачок потенциала. Величина этого скачка в большинстве случаев больше, чем величина скачков иного происхождения. Это навело нас на мысль откладывать на графиках не число интервалов заданной длительности, а суммы величин скачков, «привязанных» к соответствующим экстремумам. Мы разработали программу, реализующую эту идею, и эта программа позволила обнаруживать реакции в большем числе случаев, чем первая программа. Помимо этого, вторая программа позволила также обнаруживать наличие реакции на частотах, отличных от частоты стимуляции. Существенно то обстоятельство, что обнаруживаемый при такой обработке скачки потенциала, идущие с частотой, кратной по отношению к частоте стимуляции, реально существуют, в то время как при вычислении спектров Фурье пикам в спектрах на кратных частотах могут не соответствовать реальные физиологические процессы. Такие пики могут быть следствием несинусоидальности колебаний.

Для уменьшения влияния малых по величине скачков мы разработали третью программу, в которой на каждом интервале между двумя смежными вспышками отбирается один экстремум, связанный с максимальным на интервале скачком. Эта программа позволила уменьшить случайный фон в интервалограммах и существенно улучшить обнаружение реакций на низких частотах. Но при этом отсутствует возможность обнаружения реакций на частотах, отличных от частоты стимуляции. Кроме того, в графиках, которые строит вторая программа, иногда видны различные особенности, отсутствующие в интервалограммах, построенных третьей программой.

В некоторых графиках, построенных программой 2, обнаружены необычные особенности (гигантские пики, пики-спутники, далеко отстоящие пики, значительно превосходящие другие пики по высоте, двойные и тройные пики, а также узкие провалы (вместо пиков) в моменты времени, кратные периоду стимуляции). Для выяснения механизмов возникновения этих особенностей и их физиологического значения необходимо проведение специальных исследований.

На рисунке 1 представлен пример автоинтервалограммы, построенной второй программой, на рисунке 2 – третьей программой. Рисунок 2 демонстрирует резкое улучшение возможности обнаружения реакции на низких частотах (см. автоинтервалограммы для частоты стимуляции 2 Гц).

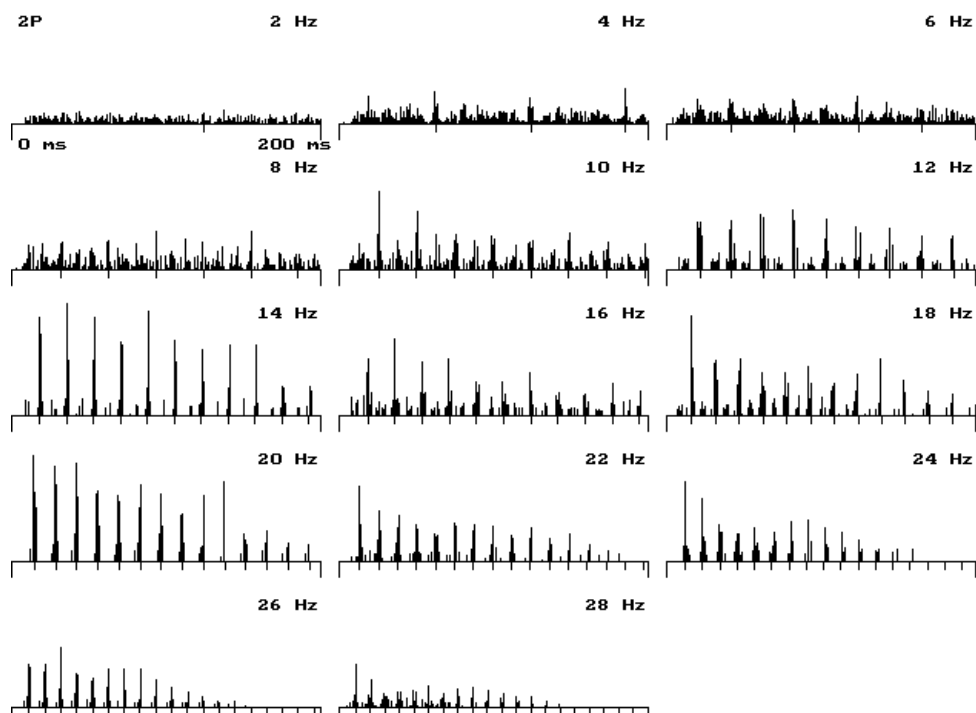


Рис. 1. Автоинтервалограммы, построенные программой 2.

(Для каждой интервалограммы указана частота световой стимуляции. Величины интервалов между метками, расположенными под горизонтальной осью, равны периодам стимуляции. В семи интервалограммах присутствуют максимумы, соответствующие (кроме частоты стимуляции) и кратным частотам. При частоте стимуляции 12 Гц имеются расщеплённые максимумы. При 14, 16, 18, 20, 26 Гц имеются удалённые увеличенные максимумы. При частоте 20 Гц имеются закономерные изменения пиков, требующие анализа).

Помимо задачи обнаружения реакций при известных моментах начала и конца стимуляции можно ставить задачу обнаружения реакций при «прокрутке» ЭЭГ, когда моменты начала и конца стимуляции неизвестны. Эту задачу можно решать, представляя на экране монитора яркостные развёртки автоинтервалограмм [3]. При формировании такой развёртки автоинтервалограммы развёртываются по вертикали, причём величины отрезков заменяются яркостью свечения точек. Каждая автоинтервалограмма строится для интервала времени заданной протяжённости, и эти интервалы при построении интервалограмм сдвигаются. На рисунке 3 представлены такие развёртки, построенные первой из наших программ, дополненной соответствующим образом. Тёмные провалы в развёртках при перемещении по горизонтали соответствуют интервалам стимуляции; они возникают из-за упрощения структуры ЭЭГ, о чём говорилось выше. На тёмном фоне присутствуют светящиеся линии, непосредственно показывающие наличие реакции. (Горизонтальные линии, присутствующие на рисунке 3 вне интервалов стимуляции, видимо, являются следствием присутствия низкоамплитудной наводки от электрической сети.) Такой способ обнаружения реакций на стимуляцию является альтернативным по отношению к способу, основанному на использовании вейвлет-разложений [4]. Сравнение обоих способов ярко демонстрирует различие обработки во временном представлении и обработки, основанной на использовании формул-посредников. Преимущество обработки во временном представлении заключается в крайней простоте математических операций. Важно и то, что использование формул может вносить как в получаемые графические изображения, так и в количественные характеристики, вклад, искажающий реальную ситуацию.

В сравнении с визуальным анализом ЭЭГ, использование автоинтервалограмм позволяет легче обнаруживать наличие реакций на периодическую световую стимуляцию, оценивать степень их выраженности (возможно также введение количественных оценок) и определить соотношения, невидимые визуально в ЭЭГ. Кроме того, в автоинтервалограммах могут присутствовать указанные выше различные особенности.

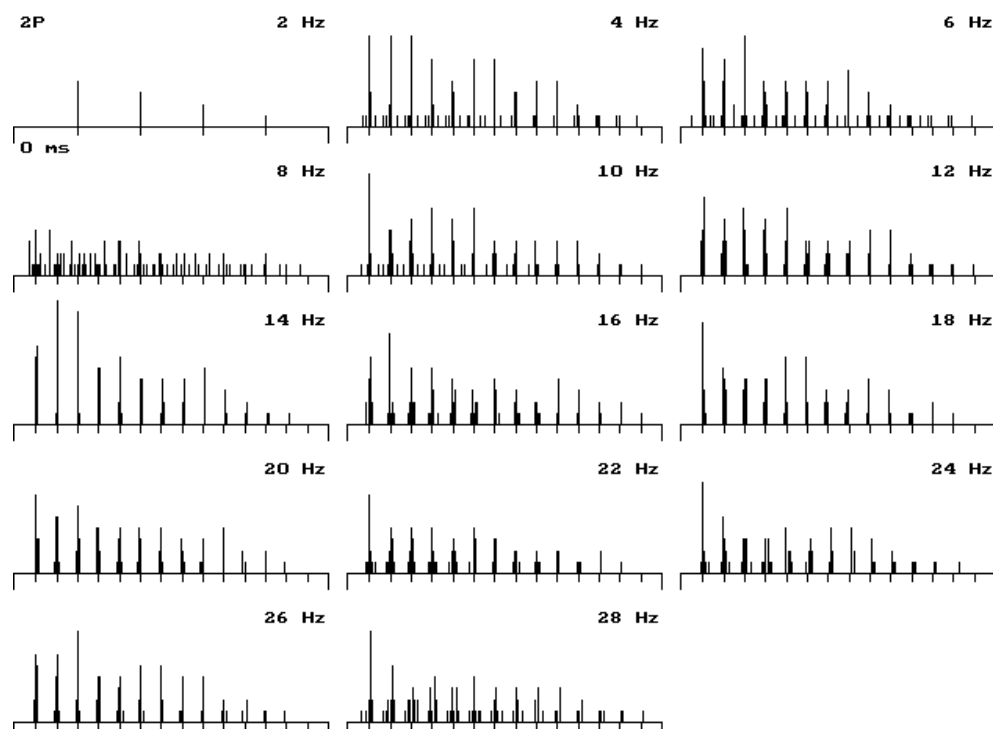


Рис. 2. Автоинтервалограммы, построенные программой 3 (приведены к одному размеру по горизонтали).

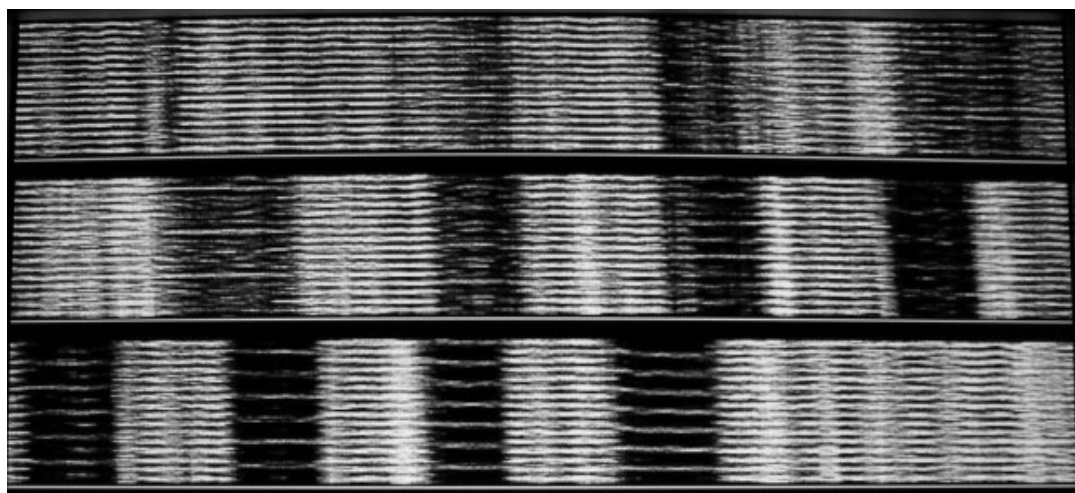


Рис. 3. Яркостные развёртки автоинтервалограмм.

В сравнении с использованием спектров Фурье использование автоинтервалограмм позволяет получать дополнительную информацию и устраняет «математические артефакты», присущие вычислению спектров. Кроме того, вычислительные операции, выполняемые при построении автоинтервалограмм, элементарны и их число мало, что позволяет значительно уменьшить время обработки и упростить конструкцию предназначенных для их выполнения устройств. (Простота устройств важна для тех устройств, которые используются вне условий научной лаборатории или медицинского учреждения.)

Предложенный метод может быть использован в физиологических исследованиях, для решения прикладных задач, а также для уточнения врачебных заключений в клинике.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Соломатин В.Ф., Шуваев В.Т. Адаптивные алгоритмы обработки электроэнцефалограмм во временном представлении // Региональная информатика-2008 «РИ-2008». XI Санкт-Петербургская международная конференция, Санкт-Петербург, 22–24 октября 2008 г. / Труды конференции. СПб: СПОИСУ, 2009. С. 292-295.
2. Соломатин В.Ф., Шуваев В.Т. Кроссинтервалограммы для анализа электрической активности мозга // Журнал высшей нервной деятельности. 2005. Т. 55. № 4. С. 581–590.
3. Соломатин В.Ф. Яркостные развёртки интервалограмм электрической активности мозга // Материалы XV Международной конференции по нейрокибернетике. Т.1. Секционные доклады. Ростов-на-Дону: ЮФУ, 2009. С. 239-241.
4. Божокин С.В. Вейвлет-анализ динамики усвоения и забывания ритмов фотостимуляции для нестационарной электроэнцефалограммы // Журнал технической физики. 2010. Т. 80. Вып. 9. С. 16–24.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ

Александров В.В., Александрова В.В., Зайцева А.А.

**Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН,
Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена
ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН**

Эволюция зрительного анализатора приспособлявала плоскость к объемному восприятию (лента Мебиуса, внутренний и внешний угол, разрешающая способность и т.д.). Все пространственные иллюзии подчеркивают необходимость некоего искусственного механизма построения глубины восприятия. Объем и видеоряд мы видим благодаря психофизиологическим свойствам – «спекуляциям» разума. Только благодаря долгим тренировкам зрительный канал превращается в линию связи, по которой мы получаем около 90% сведений, воспринимающихся нашим разумом. Дидро в «Опыте о человеческом разуме» задавал вопрос: «Может ли слепорожденный, которому возвращено зрение, одним зрением, без осязания, отличить шар от куба?» Иначе говоря, адекватен ли зрительный образ, сформированный без помощи зрения, истинному виду. Объекты и события, существующие в физическом пространстве и во времени, переводятся на язык двумерного и вневременного художественного средства, причем разные аспекты модели транслируются и комбинируются друг с другом так, как это видится художнику». Для живописной картины характерны многокрасочность и иллюзорное пространство.

Скульптура порождает реальный пространственный – 3D объект «...живопись обращается только к глазам... скульптура существует и для слепых и для зрячих», – говорил Дидро.

Картины не копируют зрительно воспринимаемые события, происходящие в физическом пространстве, они находят определённые способы виртуального перевода мира воображений (фантазмы) в зрительные образы на плоскость посредством форм, линий, пятен. Скульптор, как правило, и художник, обратное же более редко.

В 21 веке впервые компьютером непосредственно моделируется 3D-видение, которое не нуждается и не опирается на психофизиологические свойства разума, например 3D-принтер непосредственно воспроизводит, моделирует пространственный объект.

При трехмерном моделировании на компьютере, как и при моделировании из пластических материалов, персонажи создаются на основе одних и тех же базовых форм, только различными средствами: в одном случае - с помощью стеков, в другом - с помощью средств, предоставляемых пользователю программами трехмерного моделирования.

Компьютер — инструмент новой информационной технологии, порожденный постоянно прогрессирующей электронной технологией. Из многочисленных областей применения компьютера в первую очередь интересно использование его как инструмента конструктора, художника, архитектора, дизайнера-аниматора, что позволяет освободить представителей этих профессий от неблагодарной рутинной работы и существенно сократить время работы над проектом. Общим для этих профессий является работа с образной информацией и потребность в создании и коррекции изображений и художественных образов, как двумерных, так и трехмерных.

Поэтому особую актуальность в современных условиях приобретают занятия, позволяющие заниматься моделированием объектов пространственных форм на экране компьютера.

Творчество посредством компьютерно-графического моделирования (КГМ) должно быть доступно всем пользователям, а интерфейсная панель инструментов компьютерных программ ориентирована на естественный понятийный язык пользователя.

В последнее время появилось большое количество компьютерных программ для моделирования, анимации и визуализации трехмерных тел и фигур. Каждая из них по-своему хороша, но, с точки зрения автора доклада, лучшее сочетание простоты управления и эффективности конечного результата удалось создать разработчикам из Discreet, Inc. (ранее Kinetix).

Став одной из самых распространенных и мощных программ векторной графики, 3D Studio MAX обратила на себя внимание не только новичков, но и профессионалов. Однако первых не должны пугать многочисленные возможности, заложенные в 3D Studio MAX для вторых, — программа позволяет успешно работать и тем и другим, каждому на своем уровне. Область применения 3D Studio MAX огромна и многогранна. В частности, доступны широкие возможности компьютерной программы 3D Studio MAX для освоения основ компьютерно-графического моделирования и симуляции трехмерных тел, фигур и сцен.

Существуют программные системы позволяющие работать с виртуальной средой, которые потенциально могут: создавать, редактировать, визуализировать, экспортировать для печати. Например 3д студио макс - это одна из хороших сред для компьютерного моделирования, позволяющая создавать файл для трехмерной печати.

На слайдах приведены работы одного из авторов доклада в среде 3д студио макс.

Новое время создало новые инструменты для творческого самовыражения человека. Эпоха компьютеров породила новое направление в искусстве — трехмерную графику, создаваемую посредством векторных графических редакторов, которые позволяют не только создавать трехмерные объекты, но и назначать различные текстуры их поверхностям, имитировать свойства различных материалов (прозрачность, преломление, отражение и т.д.).

Объекты трехмерного моделирования можно достаточно успешно «овеществлять» с помощью 3д-печати.

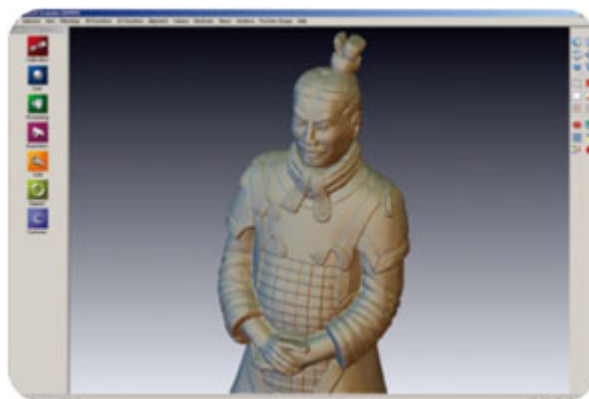
Появилась практическая возможность реализовать процесс 3D-синтеза объектов на основе быстрого прототипирования (Rapid Prototyping), употребляя понятие «трехмерная печать» (3D-printing, 3DP). Скульптуры, детали, предметы выращиваются, собираются, в отличие от энергозатратной индустриальной концепции «устранять лишнее». Картриджи заполнены специфическими «жидкостями» и «порошковыми» материалами. Это явный качественный скачок промышленной цифровой программируемой технологии 3D – твердотельного компьютерного моделирования. Становится очевидной ориентация не на самоорганизацию и синергетику, а на программируемое управление.

Смысл состоит в унификации процесса трехмерного моделирования при прохождении всех стадий от сканирования трехмерных объектов (необязательная стадия, моделирование возможно и с «нуля» в любой из программных сред) до получения конкретного объекта посредством 3D-принтера.

3D Сканеры в искусстве и культурном наследии

3D сканеры Breuckmann

Техника оптической объемной оцифровки объектов с успехом применяется почти во всех технических областях уже на протяжении 15 лет. Основываясь на опыте создания систем для высоко требовательных применений, были разработаны системы, предназначенные для специфических задач в искусстве и культурном наследии.



Области применения

Быстрая, простая, достоверная, с высокой детализацией и цветом оцифровка 3D-визуализация объектов для:

- документирования и архивации
- реконструкции и реставрации
- сохранения исторических монументов и археологических находок

Высокая точность

— цветные цифровые камеры с разрешением до 2452 x 2045 пикселей гарантируют высочайшую детализацию и точность

- доступны системы в различных исполнениях: как с одной, так и с двумя камерами

Скорость

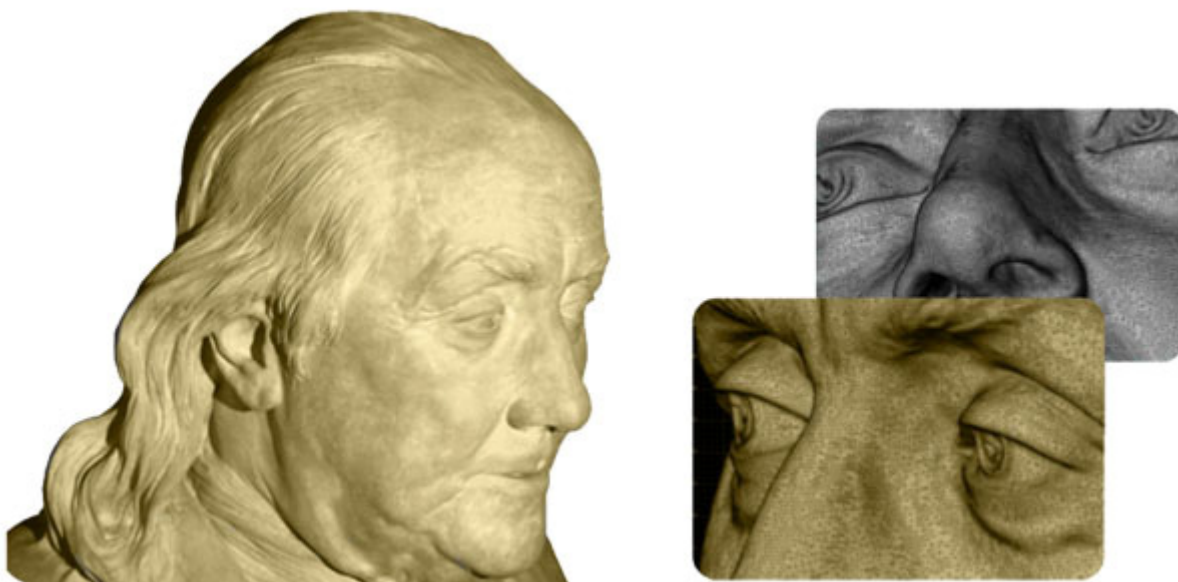
— запатентованная система проецирования MPT позволяет делать единичный замер примерно за 1 секунду

Простота в применении

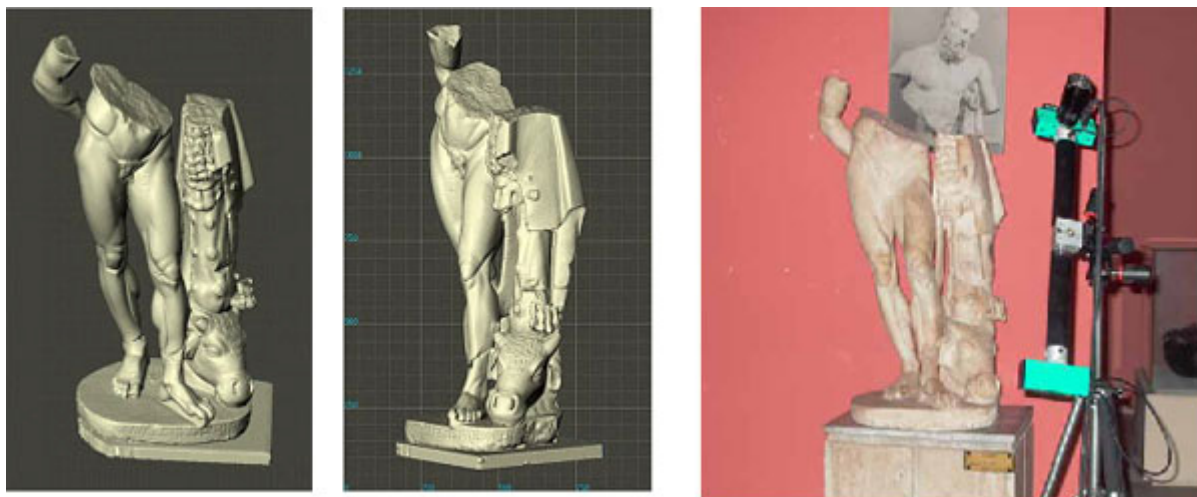
— небольшие размеры устройств и небольшая рабочая дистанция до объекта позволяют сканировать даже очень сложную геометрию в ограниченном пространстве

Примеры использования

Сканирование гипсового бюста: система stereoSCAN^{3D} с использованием двух камер и трех углов триангуляции (уменьшение количества сканов и времени работы), общее количество снимков 45.



Оцифровка нижней части статуи «Утомленный Геракл», Анталия, Турция. Оцифровка проводилась с помощью сканера ортоТОР-НЕ; потребовалось сделать 67 снимков с разных сторон. Склейка сканов проводилась по геометрии объекта, без какого-либо физического контакта со статуей.



Фонтан, Зальцбург, Австрия. Размер монумента: 15 м в диаметре и 12 м в высоту. Измерительная система: triTOS. Общее количество снимков: 3000.



Сканирование каменных монолитов Бронзового века, так называемых Оленных Камней, в Монголии. Оленные камни — массивные отесанные каменные плиты с рисунками. Сканирование проводилось для улучшения понимания и сохранения этих важных монументов. Для проведения работ летом 2007 года была организована большая экспедиция по Монголии.



Храм Адриана, Эфес, Турция. Сканирование проводилось системой smartSCAN^{3D}. Стояла задача создать высоко детализированный объемный скан поверхности всего храма для воспроизводства современного археологического профиля сооружения, включая детальное документирование каждого отдельного камня со всеми подрезами и орнаментом. 3D-информация также требовалась для реконструкции сложной структуры крыши.

При желании и необходимости, объекты культурного наследия после сканирования могут быть восстановлены с учетом утерянных деталей, например статуя Венеры Милосской

Форматы файлов для печатания: STL, VRML, PLY, 3DS, ZPR

Единый стандарт вывода объектов трехмерного моделирования на печать: STL

Это не единственный но наиболее употребимый формат. STL — формат файла, используемый для хранения трехмерных моделей объектов для использования в технологиях быстрого прототипирования, обычно, методом стереолитографии (от англ. stereolithography). Информация об объекте представляет собой список треугольных граней, которые описывают его поверхность. STL-файл может быть текстовым (ASCII) или двоичным.

В сфере CAD используется множество форматов – как стандартных, так и собственных форматов разных разработчиков, – что ежедневно (если не ежечасно) создает горы проблем при обмене данными. Однако в индустрии быстрого прототипирования безраздельно господствует один единственный формат – STL. Аббревиатура STL расшифровывается как STereoLiThography (то есть, объемная литография). Формат STL и его спецификации были созданы компанией Albert Consulting group, которая занималась разработкой первого алгоритма послойной обработки по заказу компании 3D Systems. Для всех послойных систем необходимо, чтобы 3D-модель была “нарезана” горизонтальными ломтиками, чтобы затем можно было воспроизвести её геометрию в виде физической модели слой за слоем. В 1987 году 3D Systems совершила поступок, совершенно нехарактерный для большинства технологических компаний – она открыто опубликовала STL-формат (по-видимому, это было сделано для того, чтобы обеспечить его поддержку со стороны CAD-компаний, работающих в области 3D-проектирования). Таким образом, STL быстро стал стандартом для передачи данных в установки прототипирования, большое разнообразие которых мы сегодня наблюдаем.

STL – это “мозаичный” формат, в котором для представления формы цифровой 3D-модели используется последовательность треугольников (фасетов). Трехмерная геометрия в ведущих 3D CAD-системах описывается поверхностями высокого порядка, а при триангуляции поверхность модели разбивается на маленькие треугольнички. Как вы можете догадаться, каждый фасет описывается четырьмя наборами данных: координаты XYZ каждой из трех вершин и нормальный вектор, который описывает ориентацию фасета, указывая, как и в других форматах, направление наружу модели.

На рисунках приведена визуализация простейших объектов в формате STL: сетка из треугольников определяет контуры объекта, с последующей «натянутой» на них текстурой, которая отражает «реальный» вид объекта.

Принцип работы 3D принтеров (Z Corporation) более всего схож с работой обычного струйного принтера. Основное отличие заключается в том, что вместо нанесения чернил из печатающей головки на очередной лист бумаги в нашем принтере связующее вещество через печатающую головку наносится на очередной тонкий (около 0,1 мм) слой порошка, создавая одно сечение объекта. В тех местах, где было нанесено связующее вещество, порошок твердеет. Следующее сечение "склеивается" с предыдущим и так далее, пока не будет сформировано полностью твердое тело. После окончания работы 3D принтера изделие извлекается из массы порошка. В тех местах, где не было нанесено связующее вещество, порошок остается рассыпчатым и может использоваться повторно.

3D-печать может осуществляться разными способами и с использованием различных материалов, но в основе любого из них лежит принцип послойного создания (выращивания) твёрдого объекта.

Применяются две принципиальные технологии:

1. Лазерная

— Лазерная печать — ультрафиолетовый лазер постепенно, пиксель за пикселем, засвечивает жидкий фотополимер, либо фотополимер засвечивается ультрафиолетовой лампой через фотошаблон, меняющийся с новым слоем. При этом он затвердевает и превращается в достаточно прочный пластик

— Лазерное спекание — при этом лазер выжигает в порошке из легкосплавного пластика, слой за слоем, контур будущей детали. После этого лишний порошок стряхивается с готовой детали

— Ламинирование — деталь создаётся из большого количества слоёв рабочего материала, которые постепенно накладываются друг на друга и склеиваются, при этом лазер вырезает в каждом контуре сечения будущей детали

2. Струйная

— Застывание материала при охлаждении — раздаточная головка выдавливает на охлаждаемую платформу-основу капли разогретого термопластика. Капли быстро застывают и слипаются друг с другом, формируя слои будущего объекта

— Полимеризация фотополимерного пластика под действием ультрафиолетовой лампы — способ похож на предыдущий, но пластик твердеет под действием ультрафиолета

— Склеивание или спекание порошкообразного материала — то же самое что и лазерное спекание, только порошок склеивается клеящим веществом, поступающим из специальной струйной головки. При этом можно воспроизвести окраску детали, используя связующие вещества различных цветов

На повестке дня компьютерная трансляция фантазмов в тексты или в визуальные ролики. Мы обращаем внимание на перспективную форму мышления – мультимедийные технологии научно-образовательного процесса, пока же они повторяют лучшие качества научно документальных фильмов и не используют всех имеющихся возможностей симуляционных компьютерных технологий. Фильмы-симуляции анализа происшедших катастроф – первый шаг к созданию фильмов-симуляций обучающего процесса.

Чтобы дать возможность восстановить воображение как необходимый инструмент познания и развиваются цифровые технологии: компьютерные симуляционные фильмы – тренажеры, виртуальные объекты, скоростные каналы передачи данных, и наконец, появление бестекстовой формы коммуникационного общения – символьной иконикой.

Алешина Д.А., Коробов Н.А.

Россия, Иваново, Ивановская государственная текстильная академия

ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Процесс создания рисунка на трикотажном полотне может подразумевать несколько вариантов реализации, в том числе и компьютерное моделирование, а работа художника и технолога может заключаться как в самостоятельном проектировании графической схемы, так и в воссоздании орнамента с какого-либо источника творчества.

Предлагаемая программа виртуально создает реалистичное изображение образца жаккардового трикотажного полотна, соответствующего желаемому орнаменту. Если изображение для будущего орнамента сканируется с понравившегося источника, в том числе с фотографии, рисунка, изделия, ткани, полотна и т.п., начальное разрешение картинки меняется, что приводит к разбивке на пиксели. Таким образом, получается графическая схема вязания одного раппорта.

Окно подпрограммы работы с источником состоит из непосредственно блока с преобразуемым изображением, линейкой прокрутки с числом разбивки на ячейки по вертикали и горизонтали, дополнительными информационными окнами.

При изменении разрешения изображения используются предусмотренные подпрограммой математические алгоритмы: ближайших значений, билинейной поверхности и бикубической поверхности. Результат преобразований сразу же отражается в блоке с изображением, а понравившийся вариант можно сохранить для дальнейшей работы.

Преобразование палитры цветов, которые содержит оригинал тоже происходит посредством применения внутреннего алгоритма, и вид палитры становится различным, в зависимости от выбранного варианта. Палитра может быть: полной (включать все цвета с изображения); равномерной (включать все цвета с приведением некоторых смежных оттенков в один); оптимальной из n цветов (заданной пользователем с приведением оттенков и тонов к оптимальному числу, где n – число смежного приближения цветов); заданной (полностью заданной пользователем с нужным количеством цветов).

На данном этапе при проектировании будущего образца технологу необходимо учитывать, что представленный художником эскиз рисунка должен удовлетворять техническим возможностям вязального оборудования, имеющегося на предприятии. Учитывая возможности вязания жаккардовых полотен на известном оборудовании, где используется одновременно не более четырех цветов, многие оттенки обрабатываемого изображения сводятся программой на нет, путем объединения их с более ярко-выраженными цветами. Однако при использовании двух цветов можно наиболее точно передать полноцветное изображение, добившись фотографического сходства с оригиналом.

Если задача состоит в представлении загруженного изображения в двухцветном виде, т. е. представления изображения из оттенков серого в изображение двух цветов, здесь к работе подключается конвертор, разработанный в программной среде MATLAB. Изображение оригинала подвергается обработке и в полученном двухцветном изображении сохраняются все тональные переходы оттенков, выраженные уже в виде точечного растривания.

Палитра создается, показывается, сохраняется в соответствующем окне-блоке интерфейса подпрограммы. Оттенки цвета, сведенные к определенному количеству, выводятся на экран в виде карты цветов вместе с полученной схемой. Орнамент может заимствоваться из внутренней базы данных программы, представляющей собой каталог со всеми наработками авторов и являющейся открытой для дальнейшего пополнения дизайнером конкретного предприятия.

Все наработанные, а также собираемые в процессе самостоятельного проектирования орнаменты классифицируются в зависимости от их представления. Для этого проанализированы все известные классификации орнаментов и создана обобщенная классификация, призванная систематизировать данные об используемых рисунках. Например, орнаменты могут делиться на растительные, животные, этнические (скандинавские, китайские, русские), модерн, техногенные и т.п.

Разработка рисунка с помощью «Мастера создания орнамента» является творческой компонентой программы и подразумевает наличия у художника определенных навыков работы с раппортным рисунком и цветами выбранной палитры.

Размеры сетки задаются художником отдельно до начала создания рисунка, в зависимости от раппорта предполагаемого рисунка. Задается количество ячеек (элементов структуры) например, петельных рядов и столбиков, а также высота и ширина ячейки (элемента). На полученной сетке из представленной палитры набирается раппортный рисунок, палитра может быть определена самостоятельно, либо экспортирована из программы работы с цветом. Здесь же существует возможность просмотра всего полотна с чередованием разработанного орнамента.

Для более эффективной визуализации результата предусмотрено виртуальное вязание проектируемого раппорта. Данная программа виртуально создает реалистичное изображение образца трикотажного полотна, наиболее близкого к желаемому или уже имеющемуся реальному образцу. Полученный результат может выводиться на принтер и распечатываться в полноцветном варианте для дальнейшего утверждения.

Разработанная программа проектирования графических схем трикотажных рисунков призвана обеспечить максимально большое количество вариаций работы с цветовыми сочетаниями, яркостью, контрастом, а также виртуальное производство образцов трикотажных полотен.

Дроздов В.Н.

**Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
КОМПЬЮТЕР – УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДИЗАЙНА**

Однозначного, четкого определения дизайна найти до сих пор не удалось. Не утихают дискуссии о понятии дизайна, различные специалисты вносят в это понятие свое содержание. Графики настаивают на приоритетном понятии графического дизайна, модельеры говорят о дизайне костюма, автоконструкторы свободно обращаются с понятием дизайна автомобиля, издатели говорят

о дизайне издания и таких примеров можно привести сколь угодно много. И ни одно из этих, кажущихся на первый взгляд, противоречивых интерпретаций дизайна, нельзя назвать грубо противоречащим интуитивному пониманию дизайна, особенно широко распространенному в России. На основании этого можно сделать вывод о том, что во всех поименованных направлениях деятельности есть нечто общее, фундаментальное, что позволяет их характеризовать одним понятием – дизайн.

Такой общей, главной характеристикой деятельности дизайнера любого направления, на наш взгляд, является создание, сотворение чего-то нового, отличающегося неповторимостью, оригинальностью и общественно-исторической уникальностью. Именно создание нового, сотворение нового (генерирование новой информации), другими словами, творчество является общей чертой деятельности дизайнера любого направления.

Заметим, что в настоящее время при оценке результатов деятельности дизайнера, результатов творческого процесса главное внимание уделяется форме. На наш взгляд, это есть определенное занижение результатов творчества, т.к. большое значение имеет также и появление новой сущности, нового содержания предмета. По этой причине, на наш взгляд, новые результаты творчества целесообразно оценивать не только с точки зрения формы, но также и с точки зрения содержания. Обе эти стороны творческого процесса зачастую вообще трудно отделить друг от друга.

Носителем информации, в том числе и новой информации, как известно, является сигнал. В каждом направлении творческой деятельности, каждом направлении дизайна испокон веков использовались собственные носители информации, оригинальные сигналы. Для поэта это были бумага и гусиное перо, для архитектора упорядоченные строительные материалы, для конструктора чертеж и т.п. Применялись различные оригинальные способы получения исходной информации, необходимой для осуществления акта творчества. Средства представления конечного продукта творческого процесса также разнообразны, как разнообразны виды творчества.

Творческие работники разных направлений использовали каждый свой инструментарий, причем методы творчества одних направлений, в основе своей, не представляли интереса для других направлений. Дизайнеры как бы существовали в параллельных, непересекающихся пространствах.

С появлением компьютеров появился универсальный сигнал, универсальный носитель информации – цифровой. Цифровое представление сигнала оказалось возможным в любой сфере творческой деятельности. Универсальная характеристика дизайна любого вида – творчество – получила универсального носителя информации – цифровое представление информации. Этот универсальный носитель оказался весьма полезным для любого вида творческой деятельности. Некоторые представители творчества стали рассуждать о невозможности замены компьютером творца, субъекта, стали даже опасаться компьютера, как конкурента. И здесь уместно привести остроумное и чрезвычайно точное определение, данное экс-ректором ЛИТМО профессором Г.И.Новиковым – «компьютер это проворный идиот». Однако этот «идиот» обладает рядом необыкновенных свойств, главными из которых являются следующие. Современный компьютер обладает огромным быстродействием и может выполнять сложные задания за чрезвычайно короткие промежутки времени. Компьютер может хранить и воспроизводить огромные объемы информации. Особенно замечательным свойством компьютера является его способность неукоснительно, совершенно точно, без каких-либо отступлений выполнять инструкции, задания любой сложности, сформулированные на языке, понятном компьютеру. В основе своей «компьютерный язык» весьма сложен и понятен только специалистам, имеющим специальное образование. Хотя в настоящее время и ведутся интенсивные исследования по созданию аппаратных и программных средств, направленных на создание «переводчика с человеческого языка на «машинный» и обратно, но конец этим исследованиям просматривается с трудом.

Решить задачу продуктивного взаимодействия творческого работника, дизайнера с компьютером и предназначены в настоящее время специалисты, получающие образование по специальности «Информационные технологии в дизайне». Поскольку это «переводчики», то они должны в равной степени хорошо и уверенно владеть обоими языками, и «языком дизайна» и «языком компьютера». Конечно, различные виды дизайна обладают своими особенностями и по этой причине «переводчики» тоже отчасти могут специализироваться, но универсальность принципа творчества и универсальность цифрового представления информации должны быть непременным требованием подготовки специалистов по «информационным технологиям в дизайне».

Новый инструмент, универсальное средство представления информации в обязательном порядке инициирует появление новых, часто принципиально новых возможностей творческого процесса. Этой стороной проблемы также должны владеть в достаточной степени специалисты по информационным технологиям в дизайне.

Кратко проанализируем возможности компьютера именно с точки зрения возникновения новых возможностей для дизайна.

В процессе создания новых форм, новой сущности можно выделить три этапа: а) изучение, измерение, исследование предмета творчества; б) собственно процесс создания новой информации; в) овеществление, материализация созданного творцом. Каждому из этих этапов в различных видах

творчества, как уже указывалось ранее, соответствуют особый инструментарий, особые творческие приемы.

Если сопоставить три основных этапа творчества с компьютерным преобразованием информации, то начальному этапу изучения предмета дизайна соответствует ввод информации в компьютер, «оцифровывание» информации, преобразование в цифровой сигнал любых других носителей информации.

Непосредственному процессу творчества соответствует преобразование информации в компьютере согласно определенным инструкциям, программам, пакетам программ.

Этапу материализации, овеществления новых идей, образов, открытий соответствует процесс вывода информации из компьютера.

Даже уже существующие аппаратные и программные средства представляют широкие возможности качественного повышения уровня творчества дизайнеров различных направлений. Специалисты по информационным технологиям в дизайне должны в совершенстве быть знакомы с существующими аппаратными и программными средствами и быть надежными помощниками дизайнеров. Более того, задачей этих специалистов должно быть умение сформулировать, разработать технические требования на новые аппаратные и программные средства, обеспечивающие возникающие потребности дизайнера, а, в определенных случаях, и разрабатывать новые средства.

Именно специалисты по информационным технологиям в дизайне олицетворяют универсализм компьютера, как средство дизайна в различных сферах творческой деятельности. Именно это дает право на существование специальности информационные технологии в дизайне независимо от области дизайна, в которой предполагают и будут работать выпускники.

Калугян К.Х.

**Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет
ОБ ОПЫТЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ»**

Автор представляет кафедру Экономической информатики и автоматизации управления (ЭИ и АУ) Ростовского государственного экономического университета (РИНХ). В 1960 г. кафедра стала первой и долгое время единственной на Юге России, где велась подготовка по специальности, которая с 2000 г. называется «Прикладная информатика в экономике» (с присвоением квалификации «Информатик-экономист»). С 2008 г. 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.

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 ГОСу 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. кафедрой в качестве специализации было выбрано направление web-дизайн, то в 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 профессиональными компьютерными программами (и не должны). Такие знания они получают позже в ряде специальных профессиональных предметов. В связи с этим наша идея состояла в следующем.

Одно из заданий заключалось в том, что нужно было провести сравнительный анализ нескольких (3-4-х) сайтов идентичной направленности по ряду критериев, связанных и с содержанием сайта, и с его оформлением. Часть критериев, например, общая концепция сайта, размещение информации, поиск информации, удобство для пользователя, цветовое решение, дизайн в целом, предлагалась преподавателем, но студенту оставалась возможность предложить свои собственные характеристики и выполнить сравнение также по ним. Среди студенческих критериев можно выделить: стили, реклама, возможность регистрации, шрифты, наличие помощи, оригинальность. Оценка по каждому критерию выставлялась по 10-ти балльной шкале. Если оценка была меньше 10 баллов, необходимо было обосновать ее снижение. 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, ампи́р, 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. Когда задания были выполнены, 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 развивает у студентов способность выступать). 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.

Коробов Н.А.

Россия, Иваново, Ивановская государственная текстильная академия

ПРИНЦИПЫ ОБРАТНОГО ИНЖИНИРИНГА В СИСТЕМАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Обратное проектирование (англ. reverse engineering) сегодня рассматривается как один из самых эффективных методов создания виртуальных моделей физически существующих объектов для их последующего использования в системах автоматизированного проектирования (CAD), производства (CAM) и анализа (CAE).

В практике проектирования текстильных материалов и изделий (пряжи, тканей, одежды) задачи, в которых нужно воссоздать изделие по уже имеющемуся образцу, встречаются не реже, чем в других видах человеческой деятельности. Однако, сегодня все еще явно недостаточно автоматизированных систем проектирования изделий из текстильных волокон, использующих принципы обратного инжиниринга, особенно, если речь идет о продуктах прядильного и ткацкого производства.

Конечно же, чрезвычайно широкий набор различных по своей природе свойств текстильных объектов не позволяет говорить о создании систем автоматизированного проектирования с полным охватом этих свойств. Большинство существующих сегодня систем обратного проектирования, например, в машиностроении, направлены на визуальное изучение предлагаемых образцов, откуда и происходит еще одно из названий данного направления проектирования – восстановление геометрии по представленному физическому образцу. Геометрические соотношения в структуре строения текстильных продуктов также играют достаточно важную роль, в значительной степени определяющую их эксплуатационные свойства.

Общая схема обратного визуального проектирования может быть представлена в виде последовательности этапов, первым из которых является этап сбора первичных данных об объекте. Для значительной части текстильных изделий этот этап реализуется путем получения их цифрового двумерного представления – изображения. На последующих этапах изображение подвергается анализу, по результатам которого строится математическая модель объекта и осуществляется ее проверка на соответствие представленному физическому образцу и выдача информации в графической и числовой форме.

Особенность многих геометрических характеристик строения текстильных материалов состоит в том, что их показатели нельзя получить путем прямого измерения, например, подсчетом количества пикселей между двумя точками изображения. В частности, текстильные нити не имеют четких очертаний, и оценить по имеющемуся изображению поперечные размеры самих нитей, или периоды их следования и плотности расположения в тканях (в различных направлениях), длины петель в трикотажных полотнах и ряд других показателей можно лишь путем проведения анализа, например, основанного на методах теории вероятностей, математической статистики, корреляционного и спектрального анализа и других методов, используемых в цифровой обработке изображений.

Другая особенность состоит в том, что многие проявления текстильных объектов просто не имеют аналогов в других практических областях и для оценки их показателей приходится разрабатывать специальные методы. Примерами таких проявлений являются скрученность нитей, ворсистость нитей и изготавливаемых из них тканей, вид переплетения и ряд других свойств.

На сегодняшний день на кафедре прикладной математики и информационных технологий ИГТА разработаны алгоритмы и созданы программные средства, предназначенные для анализа изображений различных текстильных материалов: нитей, тканых и трикотажных полотен.

По изображениям отдельных нитей могут быть определены их поперечные размеры (диаметры), обнаружен ворс, окружающий плотное тело нити (ствол), оценены показатели распределения ворса в пространстве вокруг ствола, образованного скрученными волокнами. В

результате анализа изображения поверхности нити определяются такие показатели скрученности как шаг и угол крутки, вычисляется количество кручений, приходящихся на единицу длины нити.

Для тканых полотен разработаны методы анализа изображений, позволяющие определить поперечные размеры составляющих их нитей, плотность расположения нитей в направлениях основы и утка, поверхностное заполнение и сквозную пористость тканей.

Разработаны также методы для исследования поверхностей ворсовых и махровых тканей. В ходе анализа изображений трикотажных полотен выявляются геометрические параметры строения петель: длина нити в петле, модуль петли - отношение длины нити в петле к её толщине, высота петельного ряда.

Приведенные примеры успешной программной реализации методов анализа изображений различных текстильных объектов являются основой для разработки автоматизированной системы проектирования текстильных изделий, использующей принципы обратного инжиниринга.

Озерова М.И.

**Россия, Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых
ДИЗАЙН ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

На кафедре «Инженерная и компьютерная графика» готовят специалистов по специальности «Информационные системы и технологии» (системы компьютерной графики и мультимедиа технологии) 230201, открыта магистратура по программе 23020014 «Информационный дизайн». При изучении специальных дисциплин большое внимание уделяется программированию, компьютерной графике, изучению математических методов обработки информации, прогнозированию и принятию решений, принципам проектирования информационных систем, а так же основам дизайна (технический, средовой). В рамках курсовых работ студенты создают сайты, моделируют и программируют элементы компьютерных игр, электронных учебников, а так же промышленные и архитектурные объекты. Выполняемая работа находится на стыке знаний ортодоксального дизайна и нового, информационного.

Рассмотрим определение дизайна: дизайн (англ. design инженер-конструктор, от лат. designare отмерять) - это творческая деятельность, целью которой является определение формальных качеств промышленных изделий. Эти качества включают и внешние черты изделия, но главным образом те структурные и функциональные взаимосвязи, которые превращают изделие в единое целое как с точки зрения потребителя, так и с точки зрения изготовителя. Дизайн стремится охватить все аспекты окружающей человека среды, которая обусловлена промышленным производством.

Теперь рассмотрим понятие дизайна применительно к информационным системам.

При системном подходе процесс разработки ИС интерпретируется как поиск оптимальной структуры системы путем разбиения ее на подсистемы. При этом реализуется концепция разработки "сверху вниз".

Построение схемы обобщенной ИС можно осуществить на основе анализа входных/выходных информационных потоков, функционирующих в автоматизированной системе.

Совокупность входных и выходных данных ИС может быть представлена в виде независимых технологических совокупностей трех групп: сбора, моделирования и хранения, представления.

На первом уровне наиболее широко представлены задачи первичной обработки информации: распознавания, структуризации, декомпозиции, компоновки, измерения, сжатия, контроля, унификации.

Для второго уровня определяющими являются задачи типизации, геометрического преобразования, экспертного типа, построения цифровых моделей, синтеза и т.п.

На третьем уровне наиболее значимы задачи оптимизации, компоновки, синтеза и т.п.

Естественно, что различные задачи и методы моделирования и дизайна могут в разной степени присутствовать на каждом уровне, но вид уровня определяет их значение.

На первом уровне дизайном определяется информационная архитектура, которая состоит в организации информации, в разработке схем навигации по информации.

На втором уровне в процесс дизайна входят задачи (процедуры, функции и т.п.) выявления и отображения логики функционирования организаций, разработки схем потоков информационных потоков.

Если на этапе анализа предметной области, можно определить процесс дизайна, как оргдизайн, то на стадии разработки логической и физической структуры ИС дизайн, можно определять, как процесс.

И наконец на третьем уровне, представления ИС, к дизайну применимы все существующие традиционные правила.

Итак, дизайн ИС создается на основании регламентных документов и анализе предметной области (описывает функциональность информационной системы) и определяет:

— роли пользователей;

- основные информационные потоки;
- правила формирования документов и построения отчетности.

Дизайн ИС служит основанием для:

- определения функциональных требований к ИС;
- выбора программного обеспечения;
- формирования технического задания.

Объектом дизайна является информация и процессы обработки информации.

Продуктами дизайна являются ИС разного назначения, автоматизированные системы управления предприятиями, автоматизация продаж и бухгалтерии, складов, документооборота, ведение проектов, разработка сайтов и многое другое.

Примерами такого рода продуктов дизайна могут служить работы наших студентов. Многие работы студенты выполняют на протяжении нескольких курсов. Например: в рамках дисциплины инженерная графика - разрабатывают объект графически на бумаге. По дисциплине компьютерная графика - создают чертеж в графическом редакторе, на геометрическом моделирование - 3д модель, а на программирование компьютерной графики тот же объект, но уже реализованный с помощью языков программирования.

На нашей кафедре наряду с традиционным представлением итогового материала по изучаемым дисциплинам, студенты выполняют отчет по дисциплинам в виде специализированного web-сайта и активного мультимедиа-приложения. Студенты также самостоятельно создают свои методики по разработке специализированных приложений на основе таких технологий, как Flash и Dreamweaver, что может являться руководством для разработки материалов по нескольким учебным дисциплинам.

Например представленное ПО для электронного учебника. ИС для салона красоты, ИС учебного комплекса ВлГУ. В данных проектах студенты демонстрируют свое понимание дизайна ИС.

Райкин Л.И., Райкин И.Л., Сидорук Р.М.

**Россия, Нижний Новгород, Нижегородский областной центр новых информационных технологий, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева
РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ДИЗАЙНА – ПЕРВАЯ СТАДИЯ В СОЗДАНИИ
ЦИФРОВОГО ПРОТОТИПА ИЗДЕЛИЯ**

Переход от 2D- проектирования к 3D- моделированию изделий похоже перешел в практически повсеместный процесс проектно-конструкторской практики. Еще недавно казалось, что этим достигнут предел мечтаний специалистов, но Autodesk преподнес очередной приятный сюрприз – вбросил на рынок идеологию, а вместе с ней и технологические платформы, которые позволяют пройти предпроизводственную стадию гораздо быстрее и эффективней, чем это было ранее. Речь идет об идеологии создания цифрового прототипа изделия.

Суть такого подхода меняет местами последовательность работы в России конструктора и дизайнера. Традиционно (во многих случаях и сейчас) основным законодателем проектируемого изделия являлся конструктор, который согласно техническому заданию реализует конструктивную проработку создаваемого изделия. Другие специалисты проводят инженерный анализ деталей и узлов изделия, а где-то на завершающих этапах к этому процессу подключается дизайнер для наведения определенного стилистического антуража, касающегося внешних и внутренних атрибутов изделия, его окраски, отделочных материалов, упаковки и т.п. Отголоском такого подхода, кстати, является специфический перевод на русский язык английской аббревиатуры CAD (Computer Aided Desing) как САПР (Системы автоматизированного проектирования), хотя последнее английское слово означает «конструирование вещей, машин, интерьеров, основанное на принципах сочетания удобства, экономичности и красоты». В последнее время, что особенно заметно проявляется в автомобилестроении, меняется парадигма в подходе создания изделия. Именно автомобильные дизайн-центры задают тон привлекательным моделям мировых автомобильных брендов. Именно промышленный дизайнер начинает проработку проекта, используя свой профессиональный опыт, интуицию и воплощая художественный замысел. Именно он создает эстетически выверенную и потребительно совершенную исходную модель создаваемого изделия, передавая свою проработку конструктору для ее воплощения в работоспособную конструкцию.

Смысл создания цифрового прототипа состоит в том, чтобы на основании маркетинговых исследований быстро и с минимальными издержками пройти цепочку воплощения идеи от концептуального дизайна через проектирование, анализ, виртуализацию и анимацию к информатизации технологической подготовки производства и далее к автоматизированному производству.

По существу, цифровой прототип представляет собой цифровой макет изделия, используемый для испытания его функций и формы. Другими словами цифровой прототип является виртуальным опытным образцом готового изделия и служит для его оптимизации и проверки. Использование цифрового прототипа снижает потребность в изготовлении дорогостоящих физических опытных

образцов, что дает возможность разрабатывать высококачественные изделия, сокращать затраты на их изготовление и быстрее выпускать их в производство.

В рамках одной компании новые технологии Autodesk для пришились как никогда кстати для воплощения инновационного подхода к пред производственной стадии создания изделия. Решение Autodesk, основанное на цифровых прототипах, объединяет проектные данные из всех стадий проектно-производственного цикла в единую цифровую модель. Эта единая цифровая модель имитирует изделие и дает возможность специалистам выполнять визуализацию, оптимизацию и управление результатом еще до создания физического опытного образца. Основными компонентами этих технологий на стадии концептуального дизайна явились Autodesk AliasStudio, Autodesk Showcase и Autodesk 3ds Max [1].

Для освоения технологий создания цифровых прототипов имеется определенные учебные разработки в интернете на английском языке. Однако до последнего времени по данному направлению отсутствовали систематизированные информационные обучающие системы (ИОС), позволяющие в структурированном виде предоставить пользователю соответствующие материалы, включая обзор, примеры практической работы, задания для освоения и закрепления навыков, тестовую проверочную систему. Разработанная в Нижегородском областном центре новых информационных технологий (НОЦ НИТ) ИОС по созданию цифровых прототипов в определенной мере восполняет эту потребность [2].

ИОС предназначена для изучения технологий работы с цифровыми прототипами: построения эскизов, концептуального моделирования, проведения анализа напряжений, динамического моделирования, работы с проводами и кабелями и др. Она представляет собой электронное учебное пособие, структурированное по разделам: Теория, Практика, Тестирование, Глоссарий, Источники. Система содержит как справочно-ознакомительную, так и иллюстративно практическую информацию. Интерфейс системы создан в соответствии с основными принципами и понятиями композиции, выдержан в едином стиле и направлении.

При дизайнерской проработке ИОС текстовый материал сочетается с графическим, анимацией и видео фрагментами, что помогают пользователю более легко воспринять изучаемый материал. Система включает в себя набор необходимых функций, имеет проработанную структуру, интерфейс, удобную навигацию. Возможен возврат на предыдущую страницу, переход на главную и выход из системы. Реализован аппарат поиска. Кроме трех учебных разделов, ИОС содержит глоссарий и предусматривает возможность тестирования освоенного материала.

В первом разделе, состоящем из восьми частей, приведены общие сведения об управлении жизненным циклом изделия, цифровом прототипировании, средствах разработки, процедуре создания и технологии цифровых прототипов, а также об экологически рациональном проектировании. Фрагмент одной из частей первого раздела представлена на рис.1.



Рис.1. Фрагмент пятой части первого раздела ИОС «Цифровое прототипирование в технологиях Autodesk»

Материалы второго раздела ИОС посвящены концептуальному дизайну в среде Autodesk AliasStudio.

В данной статье остановимся на частях, посвященных концептуальному дизайну.

В каждом из семи практических занятий по концептуальному дизайну занятия формулируются цели. Приводится последовательность операций для формирования кривых и поверхностей. Для этого используются неравномерные рациональные B-сплайны (NURBS). Подбираются гладкость кривых и поверхностей. Анализировать гладкость поверхности в Autodesk AliasStudio помогает картинка с «зеброй», которая имитирует полосатые отражения (рис.2).

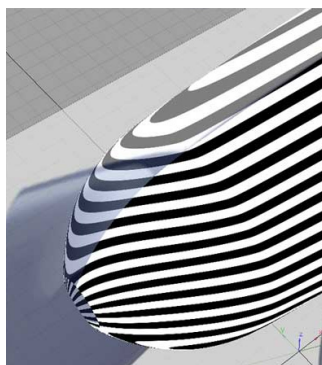


Рис.2. Сглаженная поверхностная модель конусной части фена, сформированная кривой второго порядка

В Autodesk AliasStudio есть инструмент, позволяющий оценить степень обеспечения гладкости на стыках поверхностей. Зеленый цвет сетки характеризует гладкость, лежащую в допустимых пределах, красный – если гладкость нарушена.

Окончательный дизайн поверхностной модели фена представлен на рис. 3. Далее модель может быть передана в Autodesk Inventor конструкторской группе для проектирования внутреннего содержимого фена, инженерного анализа деталей и, при необходимости, проектирования пресс-формы для литья пластмассы. В случае потребности в разработке чертежей можно использовать AutoCAD Mechanical для автоматизации стандартных проектных задач, (создание компонентов механизмов, нанесение размеров и формирование спецификаций по международным стандартам оформления чертежей), а также AutoCAD Electrical для проектирования электрической схемы.



Рис.3. Дизайн модели фена, выполненный в технологии Autodesk AliasStudio

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://www.autodesk.ru>
2. Райкин Л.И., Райкин И. Л., Сидорук Р. М., Кабанова Т. Ю. Создание цифровых прототипов с помощью технологий Autodesk. Часть 1. Этап концептуального дизайна. CAD/CAM/CAE Observer. № 1. 2010. Стр.28-34.

Сединин В.И., Забелин Л.Ю., Хохлов П.В.

Россия, Новосибирск, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики

ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ СТУДЕНЧЕСКОГО БИЗНЕС-ИНКУБАТОРА

Современные условия развития науки, производства и экономики предъявляют новые требования к подготовке квалифицированных специалистов от бакалавров до кандидатов технических наук. Уже при обучении в вузе, начиная с первого курса студент должен участвовать в разработке практических проектов по информационным технологиям под руководством опытных специалистов и преподавателей. Для этого в «СибГУТИ» в 2008 году создана структура студенческого бизнес инкубатора. Работы проводились по госконтракту на основании «Ведомственной целевой программы развития науки, технологий и высшего образования в Новосибирской области на 2008-2010 годы».

Созданная структура бизнес инкубатора позволяет с первых курсов выявлять наиболее талантливых студентов, привлекать их к выполнению практических проектов, проводить их обучение по специализированным программам, в том числе по целевым для конкретных предприятий, при этом они привлекаются к работе в малых предприятиях, созданных в рамках бизнес инкубатора. Во время учебы и участия студентов в работе бизнес инкубатора идет ступенчатая подготовка специалистов. Первая ступень - подготовка бакалавров и инженеров с распределением на работу на предприятия по целевой подготовке. Вторая ступень подготовка магистров и квалифицированных работников малых предприятий. Третья ступень обучение в аспирантуре с защитой кандидатской диссертации и подготовка руководителей малых предприятий. На всех этапах сотрудники бизнес инкубатора

работают в малых предприятиях по разработке высокотехнологической продукции, соответствующие подразделения осуществляют маркетинг, рекламу и продвижение продукции на рынок. Бизнес инкубатор формирует деловые, управленческие знания и навыки у студентов - начинающих предпринимателей.

Студенческий бизнес-инкубатор "БИНК", создан при факультете МРМ СибГУТИ как его структурное подразделение в соответствии с Уставом СибГУТИ на основании соответствующего приказа ректора с целью отработки механизма генерации новой волны предпринимателей в области высоких информационных технологий, развития научных школ и научно-технического творчества молодежи, совершенствования учебного процесса в вузе, повышения качества подготовки молодых специалистов за счет внедрения новых форм обучения, создания с участием студентов малых предприятий - производителей наукоемкой продукции, реально способствующих переводу экономики Новосибирской области и всего региона на путь устойчивого инновационного развития.

Для достижения этих целей "БИНК" осуществляет деятельность в следующих направлениях: Формирует постоянно обновляющийся банк данных инновационных проектов для малых предприятий. Разрабатывает службу консалтинга, осуществляющую подбор перспективных инновационных проектов, консультации по всем проблемам малого бизнеса. Формирует фонд венчурного финансирования поддержки малых инновационных предприятий, осуществляющий финансовую поддержку надежных инноваторов. Создает и развивает технологическую площадку для малых инновационных предприятий.

В настоящее время в "БИНК" отработаны инновационные проекты по следующим направлениям.

1. Система избирательного анализа и прогнозирования дорожного движения

В рамках этого направления были разработаны комплексные системы инструментальных средств, позволяющие осуществлять моделирование состояния городской дорожно-транспортной сети в реальном времени, в условиях динамически изменяемого количества участников дорожного движения (как общего, так и в отдельных районах), условий транспортной среды и приоритетов участников, а так же осуществления анализа и вывода предположений об оптимизации транспортных процессов.

Проект является комплексом инструментальных средств, позволяющим осуществлять моделирование состояния городской дорожно-транспортной сети в реальном времени, в условиях динамически изменяемого количества участников дорожного движения (как общего, так и в отдельных районах), условий транспортной среды и приоритетов участников, а так же осуществления анализа и вывода предположений об оптимизации транспортных процессов.

2. Создание мультимедийных проектов на основе трехмерной графики реального времени

Список реализованных проектов:

- Презентация коттеджного поселка для концерна «Сибирь».
- Дог.№ 05/08/63 от 20.02.08. Выполнен.
- Проект реконструкции ЦУП а для СМЭУ ГУВД НСО г. Новосибирск.
- Дог.№ 07/08/ от 04.03.08. Выполнен.

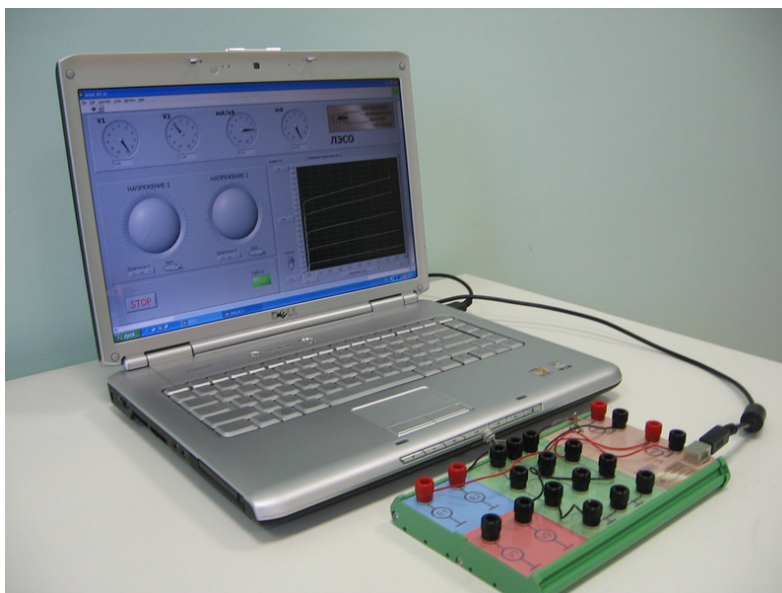
– Проект реконструкции офисно-гостиничного комплекса по ул. Петухова 38. Дог.№ 08/08/63 от 06.05.08. Выполнен.





3. Разработка виртуальных измерительных учебных стендов

В рамках этого направления были разработаны портативные стенды для комплекса лабораторных работ по изучению основ электроники и микропроцессоров при подготовке специалистов в области телекоммуникаций. Стенды: LESO1 на базе микроконтроллера ADuC842, LESO2 на базе ПЛИС структуры FPGA, LESO3 для исследования электронных приборов.



В настоящее время ведется разработка стенда LESO4 для изучения сигнальных процессоров и перспективная разработка – широкополосный USB осциллограф. Данная разработка не имеет аналогов по своим параметрам и по цене. Ниже приведено подробное описание стендов на современной элементной базе, готовых для реализации на рынке для учебных заведений различного уровня.

Опыт работы бизнес инкубатора показывает, что студенты участвующие в реализации инновационных проектов не только хорошо учатся, но и имеют активную жизненную позицию в студенческой среде обитания.

Серёдкин А.Н., Михалчева С.Г., Буркина Е.Ю.

**Россия, Пенза, Пензенская государственная технологическая академия
ПРОЦЕСС МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ДИЗАЙНЕ» С УЧЁТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ**

Российский рынок дизайнерских услуг, связанных с информационными технологиями в дизайне появился относительно недавно. Глобальные изменения форм общественного производства и потребления, связанные с развитием и внедрением новых информационных технологий, инновационной экономики, развитием нанотехнологий, обусловили в последнее десятилетие высокий рейтинг и востребованность специалистов в области новых средств визуализации. Это повысило престижность специальности «Информационные технологии в дизайне» и интерес молодежи к художественно-проектной деятельности с использованием информационных технологий и информационных систем. При этом сам процесс проектирования информационных систем становится в настоящее время предметной областью дизайна.

Подготовка специалистов, владеющих информационными технологиями в дизайне, осуществляется в основном либо за счет выпускников технических вузов, обладающих опытом работы с компьютерными технологиями, либо за счет профессиональных дизайнеров, самостоятельно осваивающих новые информационные системы. Естественно, что в первом случае в сферу информационного дизайнерского творчества попадают люди, не имеющие профессиональных художественных навыков, необходимых для создания визуального образа. Во втором, перед дизайнером встаёт задача самостоятельного изучения технологического комплекса, что в принципе можно сравнить с получением им новой специальности, так как сами эти средства, идеология их использования, многочисленные технические проблемы являются принципиально иными, чем освоенные им ранее художественные технологии. Дизайнер оказывается не вполне подготовленным к освоению наиболее перспективных и отвечающих социальным запросам новых специализаций, а именно активно развивающихся направлений дизайнерско-художественного творчества, которые сегодня тесно связаны или напрямую зависят от электронных, информационных и коммуникационных средств в сферах дизайна предметной среды, графического дизайна, архитектурного проектирования, новых информационных технологий (компьютерная графика, телекоммуникации и экранные технологии, 3D анимация, компьютерная оптика (голография), стерео, мультимедиа, WEB-дизайн и т. д.). Основой деятельности в этих отраслях дизайнерского творчества является не визуализация субъективных представлений и идей, а анализ социокультурного, исторического, регионального, средового контекстов, систематизация этой информации, абстрагирование, выработка специальных проектных решений, объединяющих методы научно-технического и

художественного творчества. Подобный тип дизайнерской профессиональной деятельности, объединяющий в себе элементы технологии, информатики, науки и искусства, является продуктом специфического многопрофильного дизайнерского образования. Только проектная культура в форме дизайн-образования с использованием информационных технологий способна решать проблемы объединения знаний из столь различных областей человеческой деятельности.

В настоящее время 19 учебных заведений открыли специальность «Информационные технологии в дизайне». Разработанный в нашей стране Госстандарт по подготовке специалистов, бакалавров и магистров в области информационных технологий в дизайне наметил основные направления в этой области образования. Однако каждому вузу придётся самостоятельно решать проблему составления учебных планов с целью повышения уровня обучения выпускников. Российская школа информационных технологий в дизайне в образовании опирается на традиции Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна, Московского государственного университета печати, Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, Нижегородского государственного технического университета и др. Это вузы с богатой историей, традициями, что самое главное, устоявшимся педагогическим коллективом профессионалов-практиков, разрабатывающих современные концепции развития дизайн-образования.

Огромный спрос на специалистов в области информационных технологий вызвал к жизни и большое количество молодых вузов и кафедр, ведущих подготовку студентов в этом направлении. Так Пензенской государственной технологической академией в 2009 году открыта специальность «Информационные технологии в дизайне», перед которой стоят следующие задачи:

- изучив опыт ведущих отечественных и зарубежных школ, найти своё собственное творческое лицо;
- наладить связи с предприятиями региона и определить специфику требований, предъявляемых руководством этих предприятий к выпускникам вуза;
- выработать региональную систему подготовки будущих специалистов, опирающуюся на потребности местного рынка услуг в области информационных технологий в дизайне;
- согласовать междисциплинарные связи и систему критериев при подготовке будущих специалистов;
- занять достойную нишу в сфере подготовки высококвалифицированных и конкурентоспособных специалистов.

Профессорско-преподавательский состав кафедры «Информационные компьютерные технологии» сформирован из профессионалов, имеющих богатый творческий, практический и педагогический опыт. В процессе своей деятельности они сформировали собственный стиль обучения, собственный стиль практической работы и соответственно имеют свое видение приоритетов в общем курсе направлении преподавания специальных дисциплин. Это в свою очередь приводит к дублированию ряда заданий на различных этапах обучения и профессиональной дезориентации студентов в виду отсутствия единых требований. Проблема состоит в том, что отсутствует как раз система комплексной взаимосвязи преподаваемых дисциплин. В образовательном процессе происходит изоляция и отторжение отдельных предметных курсов, что, в конечном счёте, мешает процессу формирования личностных и профессиональных качеств инженера, способного к эффективной деятельности в современных условиях. Одним из способов решения данной проблемы является создание модели процесса обучения будущих специалистов в направлении «Информационных технологий в дизайне», основанной на методе проектов и общих для разных школ позициях. Такой путь позволяет учесть личный творческий опыт практикующих мастеров, но не навязывать студентам единственную, авторитарную точку зрения. Приходится, всё же, признать, что любая модель является субъективной. Разработанная коллективом кафедры модель будет включать в себя несколько точек зрения, причём основываться она будет на опыте практиков, знакомых с особенностями местных предприятий. Во многих исследованиях метод моделирования и полученные результаты исследования широко используются в практике организации деятельности вузов. Сам учебный процесс в вузе рассматривается как сложная модель профессиональной деятельности. Студенты вырабатывают качества, необходимые им в будущей профессиональной деятельности, и затем переносят их на исходный прототип (то есть реальную проектную деятельность за стенами вуза).

Большую поддержку в выборе критериев подготовки специалистов оказывают предприятия региона. Пензенской государственной технологической академией уже заключены договора о сотрудничестве и подготовке специалистов с 15 предприятиями Пензенской области, среди них крупнейшие предприятия региона, такие как ФГУП «Радиозавод», ОАО «НПП «Рубин», ОАО «Пензхиммаш», ОАО «Пензмаш», ФГУП «ПО «Электроприбор», ОАО «Пензадизельмаш», и др.

Лучше всего задаче построения модели процесса обучения отвечает модель деятельности. Рассматривая модель специалиста как модель его профессиональной деятельности получаем информацию об основных требованиях к нему и можем прогнозировать тенденции развития этих требований в рамках специальности. Так, например, требования к специалисту в области

информационных технологий в дизайне могут выглядеть следующим образом: поддержка полного жизненного цикла информационных технологий и систем предметной области, знание технических, технологических, организационно-управленческих, научно-исследовательских, творческих, экономических, эргономических, социальных и другие требований, предъявляемых к проектируемым объектам, знание способов и методов отладки и эксплуатации программных средств информационных систем в области производства и функционирования промышленных изделий, полиграфических изданий, рекламной продукции и средств массовой информации.

Модель ориентирована на изучение сферы приложения знаний выпускников в будущей деятельности. Это требует расширения связей вузов с предприятиями региона. Взаимодействие с конструкторами, дизайнерами, главными инженерами предприятий во время прохождения практики позволяет уточнить требования к качеству подготовки выпускника, а также изменить практические задания по проектированию информационных систем таким образом, чтобы вывести студентов с реальными проектами на производство. В контексте моделирования профессиональной подготовки, основные задачи производственной практики должны сводиться к следующим:

- изучить условия функционирования современного предприятия, изучить и освоить, принять участие в проектировании объектов данного предприятия; проанализировать продукцию данного предприятия в сравнении с аналогичными предприятиями города, региона, федерации (работа с литературой, рекламными каталогами, просмотр рисунков и проектов изделий);
- изучить основную инженерную документацию, сопровождающую изделие на всех этапах технологического процесса выполнения;
- научиться комплексно подходить к решению производственного задания, учитывая всю совокупность технологических идейно-художественных и образных задач.

Создавая модель деятельности будущего специалиста с учётом требований производства, необходимо ответить на три главных вопроса: каково его место на предприятии как специалиста и основные направления его деятельности; каковы требования к специалисту в соответствии с родом его деятельности; каковы перспективы должностного и творческого роста в рамках специальности. Необходимо также учесть уровни освоения профессии, которые можно условно обозначить как высокий, средний и низкий (воссоздающий, интерпретирующий и творческий). Ответы на эти вопросы в значительной мере позволяют определить содержательную часть изучаемых предметов, таких как «основы информационных технологий в дизайне», «информационные сети», «управление данными», «проектирование информационных систем в дизайне», «основы обработки графической и визуальной информации», «компьютерная обработка изображений», «Web-дизайн», «мультимедийные технологии», «презентация и анимационная графика», «основы промышленного дизайна», «дизайн в рекламе» и т.д.

В своём исследовании будем опираться на модели деятельности специалиста и его подготовки. Для разработки модели деятельности специалиста используют три основных метода: анализ реальной практики работы специалистов данного профиля, экспертный метод оценки использования специалистов, прогнозирование развития сферы деятельности, для которой готовится специалист.

Современная практическая деятельность специалиста определённого профиля, как это видно из вышеперечисленного, рассматривается первыми двумя методами с разных подходов. В первом случае, исследователь изучает практику непосредственно, а во втором случае сравнивает с современными требованиями и подключает специалистов в этой области для анализа. Непосредственная работа студентов на предприятиях во время практики, позволит составить достаточно объективную картину предъявляемых к ним требований, а наличие на кафедре практикующих дизайнеров – позволит уточнить и конкретизировать их. Прогнозирование развития сферы деятельности предполагает изучение тех трудностей, с которыми столкнётся специалист, а также собственной динамики развития профессии, которые необходимо учитывать уже на этапе его подготовки и дальнейшей переподготовки. Анализируя претензии работодателей, можно заключить, что в учебно-проектной деятельности коллектив кафедры должен учитывать ассортимент проектируемых объектов в их будущей деятельности. Таким образом, задания по специальным дисциплинам должны обеспечить и творческое развитие выпускника, и освоение им необходимого арсенала проектируемых объектов. Отдельно составленный перечень объектов проектирования должен лечь в основу модели учебного процесса, который определит структуру и преемственность заданий по проектированию. Практика показала, что в схему учебного процесса должны войти следующие разделы: 1) цель и задачи учебного процесса по курсам; 2) объекты профессиональной деятельности; 3) основные предметы, изучаемые на курсе; 4) требования к разделам предметов, ориентированные на объекты профессиональной деятельности и задачи учебного процесса курса; 5) знания, умения и навыки по прохождению курса; 6) объём дифференцированных учебных заданий.

Полученные таким образом данные позволяют выстроить преемственность заданий по курсам, последовательность введения специальных дисциплин с учётом задач проектирования и квалификационных требований. В итоге будет создана модель процесса подготовки дизайнера к профессиональной деятельности, которая рассматривается нами как процесс динамичный. Модель будет исходить из тех профессионально важных знаний, умений и навыков, которые нужно

формировать в первую очередь на данном этапе. В основу формирования специалиста положена проектная деятельность, на основе которой проходит процесс интеграции всех дисциплин, преподаваемых на кафедре «Информационные компьютерные технологии». Создание такой модели образовательного процесса станет основой для выработки единых взглядов на модель выпускника-инженера, отвечающего современным требованиям.

Романов В.Е., Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Соснина О.А.

Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Нижний Новгород, Нижегородский областной центр новых информационных технологий, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ
СПЕЦИАЛИСТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ И БАКАЛАВРОВ ПО ПРОФИЛЮ
«ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ»

Предложенное в свое время Томасом Мальдонадо и утвержденное VI Конгрессом ИКСИД (ICSID - International Council of Societies of Industrial Design) определение дизайна позиционируется как творческая деятельность, целью которой является определение формальных качеств изделий. Эти качества включают его внешние черты, а также структурные и функциональные взаимосвязи, превращающие изделие в единое целое как с точки зрения потребителя, так и с точки зрения изготовителя [1]. По-другому, дизайн (от англ. design - проектировать, чертить, задумывать) это вид деятельности, связанный с проектированием предметного мира. Дизайн часто еще называют художественным конструированием или технической эстетикой. Специалисты по дизайну разрабатывают образцы рационального построения предметной среды (зданий, изделий, интерьеров, ландшафта и пр.), изучают ее эстетические, эргономические, экологические и функциональные свойства.

Области деятельности, в которых информационные технологии позволяют дизайнеру реализовать возможности, недостижимые в традиционной ручной технологии весьма обширны:

- Рекламно-маркетинговая и проектно-конструкторская деятельность для управления жизненным циклом продукта (Product Life Cycle Management - PLM).
- Архитектурно-строительная деятельность и управление жизненным циклом инфраструктуры (Infrastructure Life Cycle Management - ILM).
- Моделирование одежды, интерьера, ландшафта, окружающей среды и т.п.
- Декоративно-прикладное искусство, художественные промыслы и культурное наследие.
- Коммуникационный и информационный обмен (Интернет-сайты, порталы, вебинары, чаты, блоги и т.п.).
- Медиа индустрия (телевидение, печатные издания, кинопродукция).
- Индустрия развлечения (компьютерные игры, навигаторы, планетарии и др.).
- Образование и медицина.

Объектом дизайна может стать создаваемое новое изделие или тюнинг существующего (промышленный дизайн), равно как комплект, ансамбль, комплекс или система в любой сфере жизнедеятельности людей. Технологии компьютерного дизайна широко используются в моделировании изделий, одежды, интерьера, ландшафта, в градостроительном и архитектурном проектировании, в рекламе, в разработке интерфейса. Компьютерный дизайн применяет технологии мультимедиа, виртуальной реальности и др. Широкое распространение Интернета привело к появлению и развитию нового направления в компьютерной графике web-дизайну.

Во времена, когда еще не существовали информационные технологии, а о трехмерной графике никто еще и не мечтал, дизайнерам приходилось вручную набрасывать эскизы своих проектов, а потом разрисовывать их, придавая им максимальную реалистичность. Для особо сложных проектов иногда делались специальные макеты. Но даже самый лучший макет лишь отдаленно напоминал проектируемый объект, поскольку не учитывал таких существенных особенностей, как освещение, материалы и окружающую среду. После всех выполненных работ заказчик мог получить не совсем то, что ему хотелось.

Первые публикации в области информационного (компьютерного) дизайна появились в 70-х годах XX-го века параллельно с публикациями по компьютерной графике. Несмотря ни на большую стоимость первых систем для трехмерного моделирования, ни на чудовищные по тем временам требования к аппаратному обеспечению, трехмерную графику с самых ранних этапов ее развития стали использовать для дизайна и анимации.

Широкое использование компьютерной графики в дизайне способствует усилению у дизайнеров образного мышления, пространственной и художественной интуиции, визуального воображения, обладающего значительно большей информационной производительностью по сравнению с вербально-логическим мышлением, лежащим в основе интеллекта. В современных информационно-коммуникационных технологиях визуализация, дизайн и виртуализация играют ведущую роль.

Современное состояние компьютерного дизайна характеризуется широким использованием профессиональных программных продуктов со стандартными графическими форматами.

С появлением программ Autodesk 3ds max и Maya произошел переворот в индустрии дизайна. Художники, модельеры и архитекторы получили в свои руки мощные инструменты, позволяющие создавать изображения, учитывающие материалы моделей сцены, источники света, их интенсивность и множество других факторов (рис.1).



а)



б)

Рис.1. Фрагмент виртуальной модели «Нижегородский Кремль» в 3ds Max

а) – вид с западной стороны, б) – вид с восточной стороны

В настоящее время под компьютерным дизайном подразумевается художественное проектирование с широким использованием 3D- и виртуального моделирования.

Создание реалистичного изображения состоит из:

- моделирования объектов трехмерной сцены;
- визуализации и встраивания в окружающую среду;
- анимации изделий или персонажей.

В последнее время заявили о себе концепции цифрового макета изделия - цифрового прототипа (Digital Prototyping) и информационной модели здания (Building Information Modeling), используемые для концептуального дизайна, испытания функций и формы изделий, архитектурных объектов, помещений, оборудования, рекламы, разработки в области виртуального моделирования возможного и безопасного эксперимента и др.

Полный цифровой прототип является виртуальным опытным образцом готового изделия и служит для его оптимизации и проверки [3]. Это снижает потребность в строительстве дорогостоящих физических опытных образцов. Технология цифровых прототипов дает дизайнерским, проектным и производственным подразделениям возможность изучить изделие, прежде чем оно станет реальностью. С помощью данной технологии производители могут создавать проекты, проверять, оптимизировать их и управлять ими с момента создания концепции до стадии изготовления. Использование цифровой модели во время разработки проекта помогает конструкторам обмениваться информацией с заинтересованными сторонами, быстрее выводить продукцию на рынок, делать ее все более современной. Практически отпадает необходимость создания дорогостоящих опытных образцов, так как все испытания и тесты выполняются в виртуальном режиме.

Реализация концептуального дизайна как первой стадии создания цифрового прототипа может быть реализована в виде технологической линейки взаимодействующих программных продуктов компании Autodesk.

Линейка профессиональных программных продуктов для промышленного концептуального дизайна включает:

- Autodesk Alias Design - средство, необходимое для разработки инновационного дизайна товаров народного потребления. Приложение поддерживает все аспекты разработки дизайна - от создания первоначальных набросков до моделирования высококачественных поверхностей.

- Autodesk AliasStudio - набор инструментов для творческого процесса проектирования, помогающих компаниям создавать дизайнерские решения.

- Autodesk ImageStudio - захват и представление концепции конструкции путем трансформирования 3D моделей в сложные тонированные изображения.

С помощью Autodesk AliasStudio замысел проектировщика последовательно реализуется от эскиза к цифровой 3D модели. Обмен проектными данными осуществляется через файлы общепринятых форматов, что позволяет включать данные концептуального дизайна в цифровые прототипы.

В настоящее время качественный дизайн машин и механизмов является их неотъемлемой составляющей, поэтому еще на самых ранних стадиях разработки проекта дизайнеры и конструкторы должны достичь полного взаимопонимания по вопросам внешних контуров изделия и его органов управления. Autodesk Showcase позволяет создавать точные и реалистичные графические изображения по цифровым 3D моделям, встраивать их в окружающую среду, что способствует принятию обоснованных проектных решений. Среда Showcase облегчает процесс демонстрации и проверки проектов перед принятием важных решений. Изображения, полученные в Showcase можно сохранять в файлах формата Photoshop.

Эскизы дизайнеров, разработанные в Autodesk AliasStudio, передаются в Autodesk Inventor для создания точных цифровых 3D - прототипов моделей деталей и изделий (рис.2), позволяющих всесторонне изучать поведение изделий по мере их разработки, а также в Autodesk 3ds Max, воплощающий проектные данные в тонированные изображения и анимирующий цифровой прототип.

Рассмотрим некоторые аспекты компьютерного дизайна.

Моделирование – сложный процесс, результатом которого является законченная трехмерная сцена в памяти компьютера. Моделирование состоит из создания отдельных объектов сцены с их последующим размещением в пространстве.

Среди множества подходов к созданию трехмерных моделей объектов можно выделить несколько основных, предлагаемых сегодня в наиболее успешных программах 3D-графики:

- создание твердых тел с помощью булевых операций — путем добавления, вычитания или пересечения материала моделей;

- формирование сложных полигональных поверхностей путем полигонального или NURBS-моделирования;

- применение модификаторов геометрии.

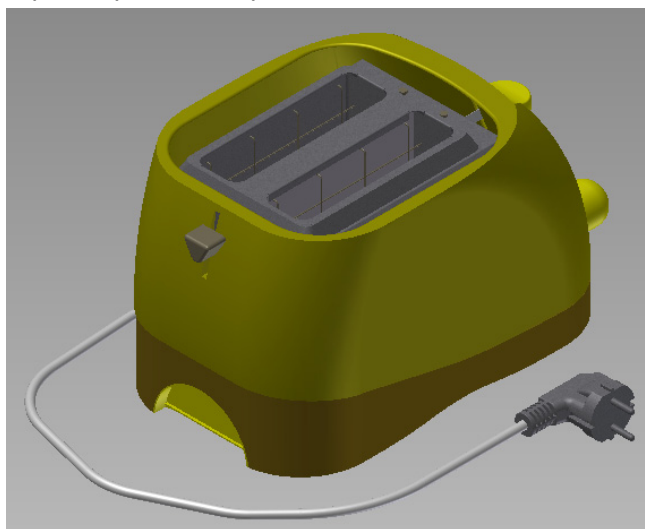


Рис.2. Дизайнерская модель тостера, выполненная в Autodesk AliasStudio и переданная в Autodesk Inventor

Кроме того, дизайнер может использовать различные эффекты окружающей среды (туман, объемный свет), эмулировать потоки частиц, огонь, жидкость и многое другое, что позволяет достигать большей естественности изображения. В 3ds max развиваются инструментальные средства для моделирования одежды, волос, шерсти. Существуют специализированные модули для создания различных моделей людей, видов растений, элементов интерьера и пр.

Визуализация, чаще называемая рендерингом (от англ. render - превращать, переводить), – важнейший этап формирования трехмерного изображения, заключающийся в проецировании сцены на экран компьютера с учетом освещенности, материалов объектов сцены и определенной точки взгляда. В памяти компьютера сцена сохраняется в пространственном виде. Для создания плоского изображения компьютеру нужно рассчитать интенсивность освещения в каждой точке формируемого рисунка (в каждом пикселе экрана). При наличии в сцене большого количества источников света, сложных по форме объектов, по-разному отбивающих, преломляющих или поглощающих свет, такие расчеты способны занять очень много времени даже на весьма производительной машине.

Технологии рендеринга можно разделить на две большие категории: первая из них учитывает воздействие света только от непосредственных источников (локальное освещение), а вторая – обрабатывает отражение света от вторичных источников (глобальное освещение). Самих же методов расчета интенсивности света насчитывается немало. Наиболее известный из них – трассировка лучей (ray tracing). Метод основан на отслеживании путей всех лучей в сцене от их источников до глаза наблюдателя. Картинка при этом получается намного реалистичнее, однако сам метод очень ресурсоемок.

Важным этапом визуализации является текстурирование, то есть процесс наложения текстур на модели. Текстурами может быть любое двухмерное изображение. Необходимость в текстурах возникла из-за того, что материал или цвет объектов не всегда однородны, вследствие чего простого задания оптических свойств материала не всегда достаточно для получения реалистичной поверхности объекта. Текстурой, например, может быть изображение волокон дерева, наложенное на грани объекта, моделирующего деревянную доску. Анимация во многом похожа на дизайн. Движущееся объемное изображение на экране всегда впечатляет, однако ресурсов на него затрачивается на порядок больше, чем при формировании обычной картинки.

Процесс создания анимации состоит из трех этапов:

- моделирование объектов, участвующих в анимации;
- задание перемещения, деформации и взаимодействия объектов сцены посредством формирования ключевых кадров;
- создание анимационного ролика, включающее в себя последовательный рендеринг каждого отдельного кадра (с учетом изменяющегося освещения, положения и формы объектов) и соединение всех кадров.

Сам процесс анимации может быть простым и сложным. Простая анимация подразумевает перемещение относительно траектории (изменения координат центра модели), вращение и деформацию модели. Сложная анимация применяется, как правило, при создании анимированных персонажей. При этом поначалу описываются ограничения атомарного движения персонажа, а затем следует этап генерации сложных движений на основе последовательности атомарных движений.

Кроме оформления компьютерно-графической документации (чертежи, схемы, эскизы планировки и т.д.), в компьютерном дизайне большую роль играют информационные технологии построения и обработки изображений (растровых, векторных и гибридных). При этом под обработкой изображений понимается любая форма обработки информации, для которой входные данные представлены изображением, например, фотографиями или видеокдрами. Обработка изображений может осуществляться как для получения изображения на выходе (например, подготовка к полиграфическому тиражированию, к телетрансляции и т. д.), так и для получения другой информации (например, распознавание текста, подсчет числа и типа клеток в поле микроскопа и т. д.). Кроме статичных двухмерных изображений, обрабатывать требуется также изображения, изменяющиеся со временем, например видео (рис.3).

Типичными задачами обработки изображений являются:

- Геометрические преобразования, такие как вращение и масштабирование.
- Цветовая коррекция: изменение яркости и контраста, квантование цвета, преобразование в другое цветовое пространство.
- Сравнение двух и более изображений.
- Комбинирование изображений различными способами.
- Интерполяция и сглаживание.
- Разделение изображения на области.
- Редактирование и ретуширование.
- Расширение динамического диапазона путём комбинирования изображений с разной экспозицией.
- Компенсация потери резкости, например, путём нерезкого маскирования.

Отметим наиболее распространенные в мировой практике компьютерного дизайна профессиональные пакеты обработки изображений, которые могут быть рекомендованы

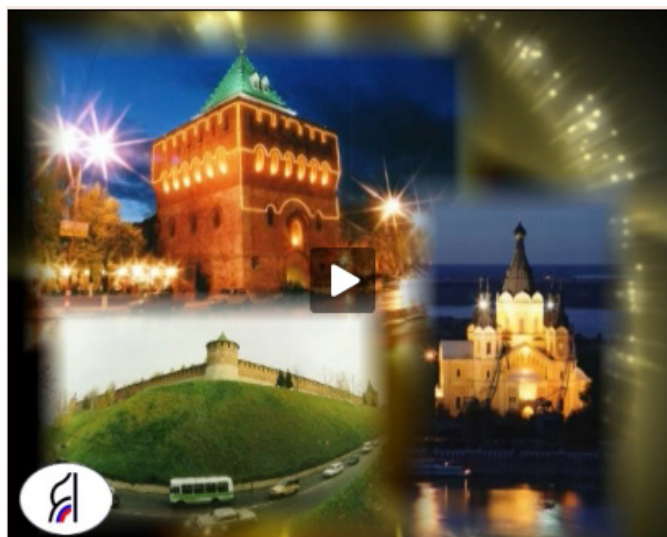


Рис.3. Фрагмент дизайна ИС «Нижегородская ярмарка», выполненный с использованием технологий нелинейного видеомонтажа (Графический пакет *Adobe Photoshop CS4* - для обработки графики и создания дизайна системы, *Adobe Premiere CS4* - для обработки видео и *Microsoft PowerPoint* - для создания презентаций)

для освоения дисциплин специальности (по ГОСам 2-го поколения) или бакалавра по профилю (по ФГОСам 3-го поколения) «Информационные технологии в дизайне»:

- в растровой графике: *Adobe Photoshop*, *Corel Photo-Paint*, *Corel Painter* и др.
- в векторной графике: *CorelDRAW*, *Adobe Illustrator*, *Adobe Indesign*, *Adobe Streamline*, *Macromedia FreeHand* и др.

- в гибридной графике: *Spotlight* компании *CSoft Development*;

Для создания обучающих проектов, интерактивных презентаций, видеороликов и программ для *Internet* часто используют *Macromedia Director*.

Для создания и воспроизведения мультимедиа-информации может использоваться программа *Multimedia Windows*, а для дизайнеров и художников, работающих с дигитайзерами и планшетными ПК – *Autodesk SketchBook Pro*.

При подготовке специалистов и бакалавров целесообразно широко использовать информационные обучающие системы (значительный набор которых разработан и используется НОЦ НИТ), учебники и учебные пособия [4,5], графическую периферию (сканеры, плоттеры, графические планшеты и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. <http://ru.wikipedia.org/wiki>
2. <http://www.autodesk.ru>
3. Райкин Л.И., Райкин И. Л., Сидорук Р. М., Кабанова Т. Ю. Создание цифровых прототипов с помощью технологий Autodesk. Часть 1. Этап концептуального дизайна. CAD/CAM/CAE Observer. № 1. 2010. Стр.28-34.
4. Сидорук, Р.М. Геометрическое моделирование в среде AutoCAD: учебное пособие / Р.М. Сидорук, О.А. Соснина, Л.И. Райкин. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2008. - 225 с.
5. Райкин Л.И. Компьютерная геометрия и графика: учебник для вузов / Л.И. Райкин; Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева. - Н. Новгород, 2008. - 474 с.

Филиппович Ю.Н., Зеленцов И.А.

**Россия, Москва, Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова,
Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана
УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ДРЕВНЕРУССКОЙ СКОРОПИСИ**

В настоящее время важной задачей в вопросе сохранения культурного наследия страны является перевод памятников письменности в цифровую форму. Существует два способа цифрового представления письменного документа: цифровое растровое изображение документа, полученное путём его сканирования, а также электронный текст документа. Автоматизация процесса получения электронных документов второго вида решается использованием систем оптического распознавания (OCR). Однако, если речь идёт о таком классе документов, как древнерусская скоропись, применение современных систем распознавания оказывается невозможным. Это связано и с языком рукописей, претерпевшего к сегодняшнему дню значительные изменения, и со способом письма, принципиально отличного от типографской печати. Отсюда возникает необходимость разработки специализированной системы распознавания.

Целью предлагаемого практикума является введение обучающегося в задачу распознавания древнерусских скорописных документов XVI-XVII вв. Выполнение его заданий позволяет изучить особенности рассматриваемых текстов, получить представление о характере процесса их

распознавания и возможных трудностях. В результате выполнения заданий формируется материал, пригодный для использования в качестве экспериментальной базы при разработке системы распознавания.

Рабочие материалы для выполнения индивидуального задания содержат изображения сканированных страниц скорописных документов в формате BMP (RGB), и их текстовое наполнение. Задание предполагает решение трех задач: выделение прямоугольной областью фрагментов изображения, содержащих отдельные слова текста; выделение изображений отдельных букв; 3) обработка выделенных изображений слов и букв.

Филиппович А.Ю., Семенова Я.С.

Россия, Москва, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова,

СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ МИМИКИ ЧЕЛОВЕКА

Взаимодействие человека с внешним миром подразделяют на вербальные и невербальные каналы коммуникации. Один из видов невербального общения – мимика человека. Движениями мышц лица человек выражает свое отношение к происходящим событиям. Его экспрессии могут быть как рефлекторными, так и сознательными.

Целью работы является разработка такого метода распознавания мимики человека, который бы осуществлял обработку пользовательских эталонов, позволял быстро получать точные результаты по распознаванию мимической картины, мог быть реализован при минимальной загрузке ресурсов компьютера.

Математическая абстракция лица человека представляет собой трехмерную поверхность с определенной топографией, т.е. достаточно предсказуемым положением основных неподвижных выпуклых и вогнутых объектов. Большая часть ландшафта находится в постоянном движении. Именно эта экспрессивная компонента эмоций человека, отраженная на лице в каждый момент времени, является предметом исследования.

Положение исследуемых объектов отслеживаются на дискретно выделенных цифровых изображениях лица человека. Детектирование лица человека на панорамном изображении производится по алгоритму Viola-Jones. Изображение сканируется рамкой заданного размера и строится пирамида копий. Построенная пирамида анализируется заранее обученными каскадами Хаара и на изображении находятся области, отвечающие заданным признакам.

Для определения мимической картины было поставлено несколько экспериментов с различными методами распознавания образов. Наилучший результат распознавания показала трехслойная нейронная сеть с обратным распространением ошибки.

Филиппович Ю.Н., Сулов А.Ю.

Россия, Москва, Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова,

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

АЛГОРИТМ ЗАХВАТА РУК В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЖЕСТОВ

Одним из важных этапов решения задачи распознавания динамических жестов, является процесс сегментации, т.е. выделения рук человека на каждом кадре рассматриваемого видеофрагмента. Критерием сегментации может служить информация о цвете человеческой кожи. Такой способ даёт достаточно хорошие результаты. Ниже представлен алгоритм захвата рук в видеоизображении.

На вход алгоритма подаётся видеофрагмент, на котором запечатлён человек, производящий определённый динамический жест. При этом, в кадре не должно быть посторонних предметов, цветом близким к цвету кожи, а длина рукавов одежды должна быть такой, чтобы закрывать плечи по локоть.

Выходными данными алгоритма являются координаты и углы наклона предплечьев рук человека во фронтальной плоскости на каждом кадре входного видеофрагмента. Руки аппроксимируются эллипсами.

Последовательность шагов реализации алгоритма:

Шаг 1. Фильтрация кадра с помощью фильтра Гаусса.

Шаг 2. Бинаризация кадра.

Шаг 3. Устранения мелких шумов (применяются морфологические операции эрозии и наращивания).

Шаг 5. Формирование набора гипотез для селекции на изображении областей, соответствующих рукам человека на кадре. Гипотеза представляет собой кортеж, в состав которого входят следующие параметры аппроксимирующего эллипса: координаты, длина большой оси и угол ее наклона к оси X.

Шаг 6. Из всех гипотез выбираются две, это и есть искомые параметры аппроксимирующих эллипсов. Конкретное соответствие правой и левой руке находится путём сравнения значения координаты x.

Хубаев Г.Н.

**Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет
ДИЗАЙН ОБЪЕКТА: ЭКСПЕРТНОЕ РАНЖИРОВАНИЕ ВАРИАНТОВ**

Постановка задачи. Экспертная ранжировка объектов является составной частью многих процедур подготовки решений. При определении предпочтительного варианта дизайна объекта результирующее ранжирование позволяет установить наиболее предпочтительный вариант, вариант дизайна объекта, следующий за ним по предпочтительности и т.д. К недостаткам существующих методик можно отнести низкую точность результатов, использование не всегда корректных математических операций (например, выполнение арифметических операций в порядковой шкале). В методиках, ориентированных на проведение нескольких туров опросов, отсутствуют четкие количественные критерии, свидетельствующие о целесообразности завершения экспертизы, о появлении стабильности в ответах экспертов и др.

Процедура ранжирования. Предлагаемый способ пошагового упорядочения множества вариантов дизайна объекта (товаров, систем различного назначения - технических, экономических, социальных, экологических и др.) базируется на подходе, суть которого в интеграции дельфийской процедуры, обычно используемой для прогнозирования будущего [1, 2], с экспертизой, направленной на ранжирование объектов. Такое объединение дает ряд преимуществ, в частности, предоставляет специалистам, участвующим в экспертизе, возможность рассматривать возражения и предложения других членов экспертной группы в атмосфере, свободной от влияния личных качеств участников. Одновременно появляется возможность использовать так называемое информированное интуитивное суждение специалиста-эксперта путем создания таких условий, когда эксперт может активно взаимодействовать с другими специалистами в этой области или в областях, касающихся прочих аспектов изучаемой проблемы. При этом непосредственное общение специалистов друг с другом заменяется тщательно разработанной программой последовательных шагов, на каждом из которых реализуется полный цикл экспертного ранжирования объектов, включая информирование специалистов-экспертов о результатах предыдущего шага. Обработка результатов экспертного ранжирования на каждом шаге осуществляется с ориентацией на аксиоматический подход к упорядочению по предпочтениям, предложенный Дж. Кемени [3]. Для количественного анализа степени сходимости мнений экспертов, выявления согласованных групп экспертов и оценки целесообразности завершения экспертизы после каждого шага опросов выполняется оценка степени изменения суммарного рассогласования (расстояния Кемени) между всеми ранжированиями экспертов и ознакомление экспертов с результатами упорядочения вариантов дизайна объекта на предыдущем шаге, в т.ч. с оценками среднего значения и медианы Кемени в качестве результирующего ранжирования.

В соответствии с [3, 4], каждое экспертное ранжирование A_g представляется в виде матрицы упорядочения в канонической форме. Элементы этих матриц соответственно равны: $a_{ij}=1$, если i предпочтительнее j ; -1 , если j предпочтительнее i ; 0 , если i и j равноценны (здесь $\|a_{ij}\|$ ранжирование эксперта A_g , представленное в виде матрицы упорядочения в канонической форме). Расстояние между ранжированиями A и B множества n объектов рассчитывается по формуле:

$$d(A, B) = \sum \sum |a_{ij} - b_{ij}| / 2; (i, j \in n)$$

Если имеется m ранжирований n объектов $A_1, \dots, A_m$, то медианой этого множества ранжирований (точек в n -мерном пространстве) будет такое ранжирование B , для которого величина

$$\sum_{i \in m} d(A_i, B)$$

минимальна, а средним значением – ранжирование C , для которого минимальна величина

$$\sum_{i \in m} d(A_i, C)^2.$$

Суммарное рассогласование (расстояние Кемени) S^k по всем m экспертам на k -м шаге равно

$$S^{(k)} = \sum \sum d(A^{(k)}_i, A^{(k)}_j); (i, j \in m),$$

а изменение суммарного рассогласования ΔS на $(k+1)$ -м шаге равно

$$\Delta S^{(k+1)} = (|S^{(k)} - S^{(k+1)}| / S^{(k)}) * 100\%.$$

Целесообразность использования предлагаемого способа пошагового упорядочения множества объектов обусловлена существенным повышением точности результатов экспертизы за счет элиминирования влияния мнения недостаточно компетентных экспертов и за счет наличия обратной связи, осуществляемой путем ознакомления всех экспертов с результатами упорядочения объектов на предыдущем шаге, в том числе с объяснениями, представленными в защиту сильно отличающихся ответов.

Для выделения согласованных групп ответов экспертов матрица расстояний Кемени преобразуется в относительные единицы (по отношению к максимально возможному для данного числа вариантов расстоянию между ранжированиями экспертов). Такой подход позволяет выбирать пороговые значения расстояния $d_{\text{пор}}$, ориентируясь на 80, 90 или 95 процентную степень согласованности ответов экспертов, т.е. на принятые в практике статистических расчетов уровни значимости. На следующем этапе реализуется поиск среди ответов всех участников экспертизы такого ранжирования вариантов дизайна объекта, которое максимально согласовано с выделенной группой в

составе r взаимосвязанных ответов экспертов, т.е. поиска ранжирования, у которого минимально значение $\sum d_{ij}^2$ ($i \in 1, n; j \in Cr$).

Пример реализации. Пусть необходимо упорядочить (проранжировать) три варианта дизайна кузова легкового автомобиля определенного класса (g , h и v). В экспертизе участвуют пять специалистов-дизайнеров (числа «три» и «пять» выбраны из соображений обеспечения наглядности и простоты расчетов).

В таблице 1 представлены результаты реализации четырех шагов экспертизы с использованием предложенного способа упорядочения группы из 3-х вариантов дизайна кузова автомобиля. На каждом шаге экспертизы осуществляется ознакомление экспертов с медианой и средним значением (по Кемени) и с объяснениями, представленными в защиту сильно отличающихся ответов. Одновременно на каждом очередном шаге эксперты, при желании, могут изменить свои предыдущие ответы.

Таблица 1

Результаты реализации четырех шагов экспертизы

ЭКСПЕРТ	УПОРЯДОЧЕНИЕ (РАНЖИРОВАНИЕ) ЭКСПЕРТА			
	На шаге 1	На шаге 2	На шаге 3	На шаге 4
Ξ_1	v, h, g	$g, h-v$	$g, h-v$	$g, h-v$
Ξ_2	$v-g, h$	$h, g-v$	$h, g-v$	$h, g-v$
Ξ_3	h, v, g	h, v, g	g, h, v	g, h, v
Ξ_4	h, g, v	h, g, v	h, g, v	h, g, v
Ξ_5	g, v, h	g, v, h	g, v, h	h, v, g

Медиана B : g, h, v ; Среднее C : $g-h, v$. Запись $(g-v)$ означает, что эксперт не видит различий между вариантами дизайна кузова g и v , т.е. рассматривает эти варианты как одинаково предпочтительные, например, по критерию «вероятность заинтересовать потенциального покупателя». Красным цветом выделены упорядочения (ранжирования) экспертов, изменивших свои взгляды на очередном шаге.

Матрицы упорядочения в канонической форме для пошаговых упорядочений, представленных в таблице 1, имеют вид:

$\Xi_1^{(1)}$	g	h	v
g	0	-1	-1
h	1	0	-1
v	1	1	0

$\Xi_2^{(1)}$	g	h	v
g	0	1	0
h	-1	0	-1
v	0	1	0

$\Xi_3^{(1)}$	g	h	v
g	0	-1	-1
h	1	0	1
v	1	-1	0

$\Xi_4^{(1)}$	g	h	v
g	0	-1	1
h	1	0	1
v	-1	-1	0

$\Xi_5^{(1)}$	g	h	v
g	0	1	1
h	-1	0	-1
v			0

$\Xi_1^{(2)}$	g	h	v
g	0	1	1
h	-1	0	0
v	-1	0	0

$\Xi_2^{(2)}$	g	h	v
g	0	-1	0
h	1	0	1
v	0	-1	0

$\Xi_3^{(3)}$	g	h	v
g	0	1	1
h	-1	0	1
v	-1	-1	0

$\Xi_5^{(4)}$	g	h	v
g	0	-1	-1
h	1	0	1
v	1	-1	0

Расстояния между упорядочениями экспертов на каждом шаге:

Шаг 1	$\Xi(1)$	$\Xi(2)$	$\Xi(3)$	$\Xi(4)$	$\Xi(5)$
$\Xi(1)$	0	3	2	4	4
$\Xi(2)$	3	0	5	5	1
$\Xi(3)$	2	5	0	2	6
$\Xi(4)$	4	5	2	0	4
$\Xi(5)$	4	1	6	4	0
Суммарное расстояние $S^{(1)} = \sum_{i,j} d(A_i^{(1)}, A_j^{(1)}); (i,j \in 5) = 72$					

Шаг 2	$\Xi(1)$	$\Xi(2)$	$\Xi(3)$	$\Xi(4)$	$\Xi(5)$
$\Xi(1)$	0	4	5	3	1
$\Xi(2)$	4	0	1	1	5
$\Xi(3)$	5	1	0	2	6
$\Xi(4)$	3	1	2	0	4
$\Xi(5)$	1	5	6	4	0
Суммарное расстояние $S^{(2)} = \sum_{i,j} d(A_i^{(2)}, A_j^{(2)}); (i,j \in 5) = 64$					

Шаг 3	Э(1)	Э(2)	Э(3)	Э(4)	Э(5)
Э(1)	0	4	1	3	1
Э(2)	4	0	3	1	5
Э(3)	1	3	0	2	2
Э(4)	3	1	2	0	4
Э(5)	1	5	2	4	0
Суммарное расстояние $S^{(3)} = \sum_{i,j} d(A^{(3)}_i, A^{(3)}_j); (i,j \in 5) = 52$					

Шаг 4	Э(1)	Э(2)	Э(3)	Э(4)	Э(5)
Э(1)	0	4	1	3	5
Э(2)	4	0	3	1	1
Э(3)	1	3	0	2	4
Э(4)	3	1	2	0	2
Э(5)	5	1	4	2	0
Суммарное расстояние $S^{(4)} = \sum_{i,j} d(A^{(4)}_i, A^{(4)}_j); (i,j \in 5) = 52$					

Оценки степени изменения суммарного рассогласования на каждом шаге соответственно равны:

$$\Delta S(2) = (IS(1) - S(2)) / S(1) * 100\% = 11,1\%;$$

$$\Delta S(3) = (IS(2) - S(3)) / S(2) * 100\% = 20\%;$$

$$\Delta S(4) = (IS(3) - S(4)) / S(3) * 100\% = 0\%,$$

т.е. после шага 4 можно завершать экспертизу.

Преимущество пошагового упорядочения вариантов дизайна объекта (товаров, систем различного назначения - технических, экономических, социальных, экологических и др.) заключается в повышении точности результатов экспертизы за счет получения объективной количественной оценки целесообразности завершения экспертизы путем пошагового контроля степени сходимости мнений экспертов. Предложенная процедура программно реализована и апробирована при решении множества прикладных задач.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хелмер О (Olaf Helmer). Анализ будущего: метод Дельфи. //Научно-техническое прогнозирование для промышленности и правительственных учреждений /Пер. с англ. Под ред. Г.М. Доброва. – М.: «Прогресс», 1972. – С. 77-83.
2. Helmer O. Social Technology, New York, Basic Books, Inc., Publishers, 1966.
3. Кемени Дж., Снелл Дж. Кибернетическое моделирование. Некоторые приложения. Нью-Йорк, 1963-1970. Пер. с англ. Б.Г. Миркина. Под ред. И.Б. Гутчина. М., 1972
4. Хубаев Г.Н. Математические методы и вычислительная техника в задачах упорядочения объектов и при отборе значимых факторов. – Ростов-на-Дону: Изд-во РИНХ, 1975. - 98с.



ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПОЛИГРАФИИ

Дорогин А.В., Песиков Э.Б.

Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского университета технологии и дизайна

СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКОВ ВИРТУАЛЬНОГО ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Введение

В связи с развитием сетевых технологий большой интерес представляет такая организационная структура, как виртуальное предприятие. Весьма актуальной является проблема совершенствования аналитического инструментария менеджмента и маркетинга виртуального предприятия – разработки и практической реализации методов анализа и управления рисками стратегических решений.

Для этого необходимо:

- рассмотреть способы организации виртуальных предприятий;
- провести сравнительный анализ количественных методов оценки эффективности и рисков принимаемых решений;
- разработать имитационную модель функционирования и управления рисками виртуального издательства;
- разработать деловую ситуацию, связанную с построением виртуального предприятия и оценке эффективности принимаемых решений;
- проанализировать результаты вычислительных экспериментов по решению задачи оценки эффективности и степени риска принимаемых решений.

1. Построение виртуального издательско-полиграфического предприятия

Виртуальное предприятие – предприятие, состоящее из сообщества географически разделенных экономических субъектов, которые взаимодействуют в процессе производства, используя преимущественно электронные средства коммуникаций.

Одним из видов виртуального предприятия является виртуальное издательско-полиграфическое предприятие. Которое формируется как распределённая сеть агентов, один, из которых, занимается централизованным управлением. [1]

В качестве агентов виртуального издательско-полиграфического предприятия могут привлекаться такие компании, как:

- студия по Web-дизайну (для создания сайта виртуального предприятия);
- консалтинговая компания (для проведения маркетинговых исследований рынков печатной продукции);
- рекламное агентство (для стимулирования и формирования спроса на издания);
- компания по допечатной подготовке издания (дизайн и вёрстка, подготовка к печати);
- типография (для печати тиража и реализации послепечатной стадии подготовки издания);
- логистическая компания (для доведения печатной продукции до потребителей).

А также различные частные лица (редакторы, авторы, и пр.)

На Рис. 2 представлена схема подобного виртуального издательско-полиграфического предприятия. Наиболее важными и специфическими задачами, стоящими перед руководством виртуального издательско-полиграфического предприятия, являются:

- задача подбора наилучшего кандидата на роль агента;
- задача оценки эффективности и риска виртуального предприятия в случае отказа агента от сотрудничества;
- задача управления риском отказа агента виртуального предприятия.

Для их решения необходимо провести сравнительный анализ существующих качественных (экспертных) и количественных методов принятия решений и построить модель финансовых потоков виртуального издательства.

2. Выбор методов принятия решений и оценки эффективности и риска виртуального издательско-полиграфического предприятия

Для решения поставленной задачи наиболее подходящим является метод анализа иерархий, так как только он позволяет количественно оценить принимаемое решение и обосновать эту оценку.

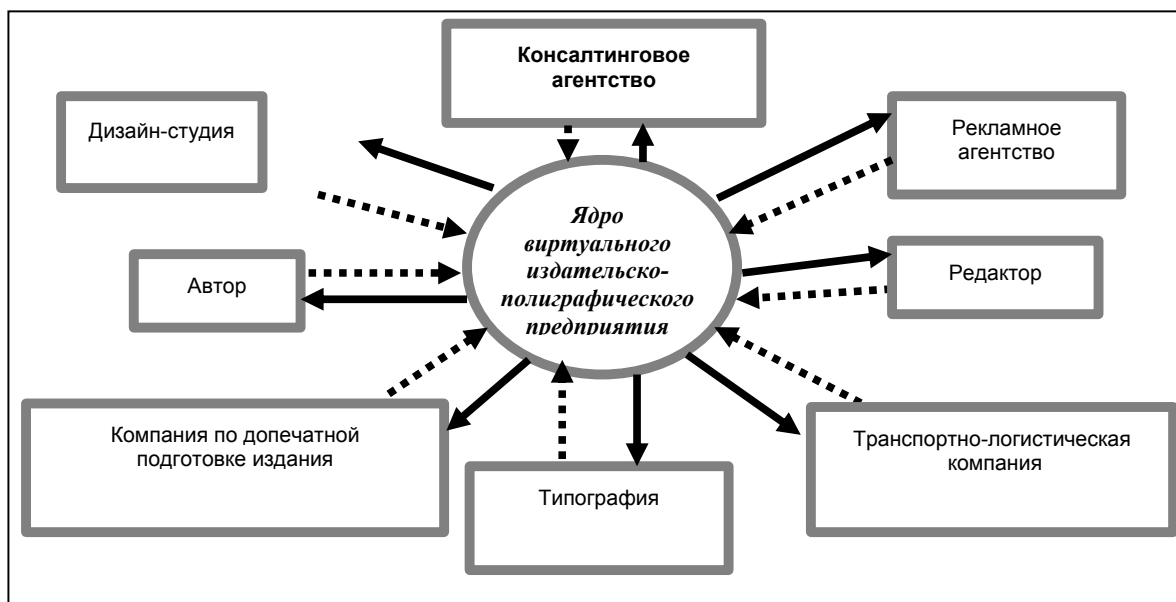


Рис. 2. Схема виртуального издательско-полиграфического предприятия

Сущность метода анализа иерархий состоит в декомпозиции задачи на критерии, цели, действующие силы, альтернативы и другие рассматриваемые факторы и последующем синтезе иерархической модели представления системы, оценке каждой составной части иерархии и вычислении итоговых весов влияния всех факторов на конечную цель.[2]

Создание виртуального предприятия можно рассматривать как инвестиционный проект. И для оценки его эффективности применяется показатель чистого приведённого дохода:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{CF_t}{(1+r)^t} - I,$$

где CF_t – чистый денежный поток периода t ;

r – ставка дисконтирования периода;

T – длительность реализации проекта, в периодах;

I – первоначальные инвестиции. [3]

Среди методов количественной оценки эффективности и рисков инвестиционного проекта можно выделить:

- анализ безубыточности;
- анализ чувствительности;– анализ сценариев;
- анализ с помощью статистического моделирования на основе метода Монте-Карло.

При оценке эффективности инвестиционного проекта используются все эти методы, для получения наиболее точных оценок. Но только метод Монте-Карло позволяет получить распределение рассматриваемой характеристики в зависимости от нескольких переменных и оценить всё множество возможных сценариев проекта. Поэтому для оценки риска предлагается использовать имитационное моделирование на основе метода Монте-Карло.[4]

Для анализа рисков инвестиционного проекта необходимо построение модели системы, основанной на дискретно-событийном подходе.

3. Построение моделей, описывающих создание виртуального издательско-полиграфического предприятия с учётом риска отказа агента и управлению этим риском

Математическая модель, описывающая инвестиционный проект по созданию виртуального издательства с учётом риска отказа агента строится на основе вычисления показателя NPV .

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+r)^t} - \frac{RC}{(1+r)^4} \quad (1)$$

где NPV – чистый приведённый доход

IC – затраты на выполнение проекта,

FC – стоимость проекта,

RC – потери в случае наступления риск-фактора.

Для управления риском и оценки эффективности управления составляется новая математическая модель:

$$NPV = \sum_{t=1}^T \frac{FC_t}{(1+r)^t} - \frac{MC}{(1+r)^4} - \frac{RC}{(1+r)^4} \quad (2)$$

где NPV – чистый приведённый доход,

IC – затраты на выполнение проекта,

FC – стоимость проекта,

RC – потери в случае наступления риск-фактора,

MC – стоимость управления.

4. Описание деловой ситуации по созданию виртуального издательско-полиграфического предприятия

Была разработана следующая деловая ситуация, связанная с принятием управленческих решений.

Виртуальное издательско-полиграфическое предприятие «Север» получает заказ от германской туристической компании «NordOst» на издание серии брошюр на немецком языке о городах России, в которые предполагается проводить тур-поездки. Общая стоимость заказа – 3 266 432 руб.

Требуется сформировать структуру виртуального издательства, подобрать агентов для выполнения заказа, построить модель финансовых потоков предприятия, оценить эффективность проекта и степень риска, и в случае значительных рисков провести их минимизацию.

Для выполнения заказа издательству требуется найти и нанять авторов, переводческое агентство, компанию по допечатной подготовке издания, типографию, транспортно-логистическую компанию.

Была составлена следующая структура виртуального издательства. Авторы предоставляют оригинальный текст. Корректура и редактура производится в ядре издательства. Переводческое агентство переводит текст на немецкий язык. Компания по допечатной обработке разрабатывает дизайн макет, осуществляет вёрстку, проводит необходимую допечатную подготовку. Тираж печатается на типографии и доставляется транспортно-логистической компанией до заказчика. Структура представлена на Рис 2. Структура виртуального издательства

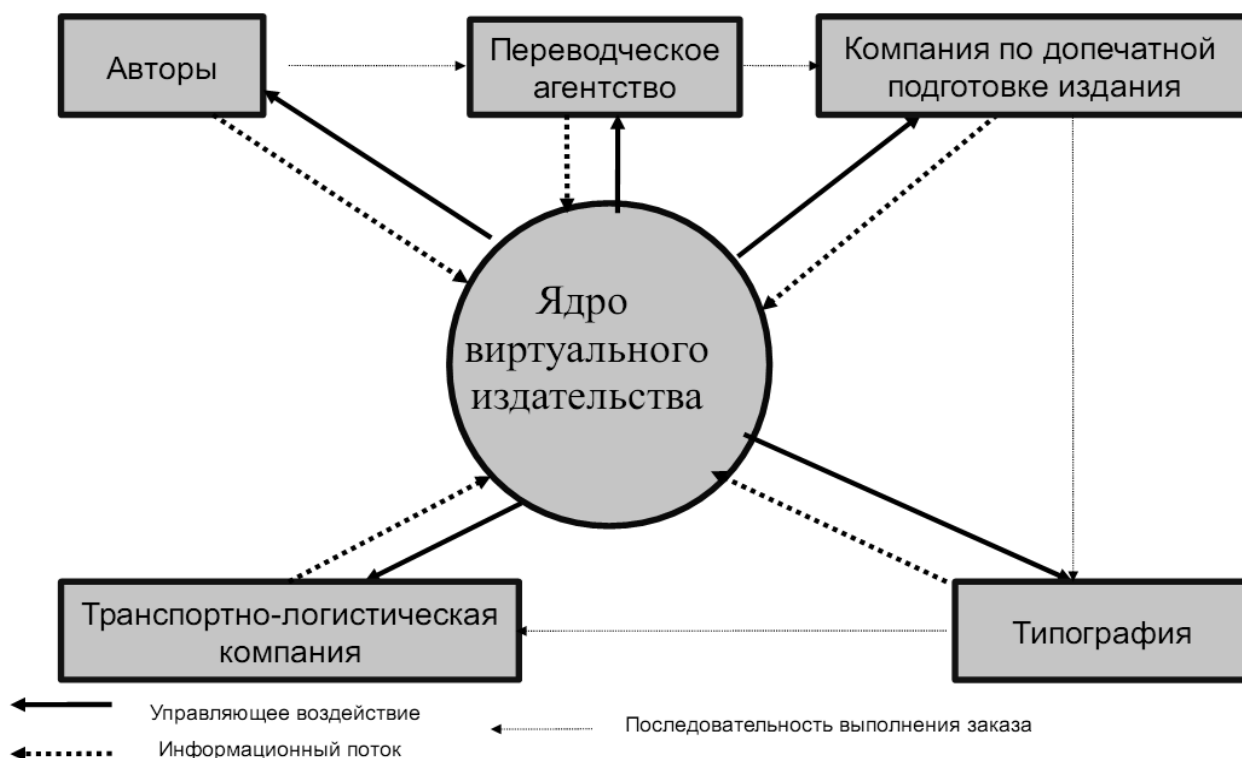


Рис 2. Структура виртуального издательства

Первым этапом формирования виртуального издательства является подбор агентов. Данная задача рассматривается на примере подбора типографии. Для её решения используется метод анализа иерархий (МАИ).

Для этого составляется иерархия, представленная на Рис 3.

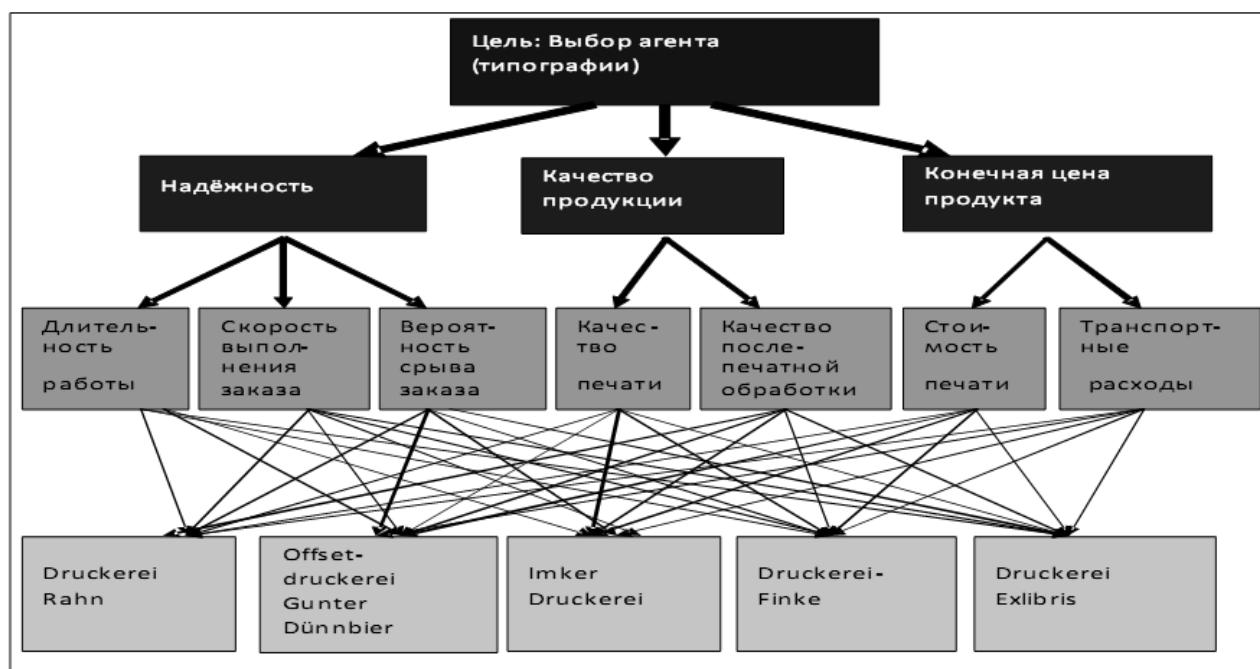


Рис 3. Иерархическая структура задачи подбора агента

Проведя необходимые вычисления, получим следующую таблицу распределения весов:

Таблица 1

Таблица распределения весов альтернатив

1. Druckerei Rahn	0.248
2. Offsetdruckerei Gunter Dünnbier	0.150
3. Imker Druckerei	0.159
4. Druckerei-Finke	0.232
5. Druckerei Exlibris	0.212

Индекс совместимости иерархии составит $C = 0.047$. Поэтому полученные оценки можно считать совместными.[5]

Таким образом, следует выбрать типографию Druckerei Rahn, которая имеет наибольший вес, равный 0,248.

Следующим этапом формирования виртуального издательства является оценка риска отказа агента от сотрудничества и наилучшего способа его минимизации. Для этого необходимо решить следующие задачи:

Вероятность отказа агента от выполнения своих обязательств оценивается специалистами в 20%. При этом потери, включая недополученную прибыль, составят сумму заказа (3 266 432 руб.)

Требуется оценить эффективность и риск виртуального издательства с учётом случайного события – отказа агента.

В случае высокого риска необходимо принять меры по его минимизации. Для этого выбирается другая типография, на основе решения задачи подбора наилучшего кандидата. Вероятность согласия на роль агента, выбранной на замену типографии оценивается в 90%. При этом стоимость печати увеличится на 93 910 руб.

Требуется: оценить эффективность выбранной стратегии минимизации риска.

Составляется математическая модель движения финансовых потоков для обеих задач. (формулы (1) и (2)). Модель переносится в среду имитационного моделирования Anylogic.

Данные задачи оценки экономической эффективности и риска виртуального издательства заносятся в созданную в среде Anylogic модель, проводится 5000 прогонов модели. [6]

Согласно полученным данным вероятность получения отрицательного NPV составляет 20,43%. Что является высоким значением. Следовательно, риск нуждается в управлении.

Для этого на основе задачи подбора агента выбирается типография на замену отказавшегося от сотрудничества агента.

В результате сделанных изменений вероятность получения отрицательного NPV уменьшилась почти в 10 раз и составила 2,3%.

Результаты обоих численных экспериментов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Результаты вычислений по оценке и управлению риском

Показатели экономической эффективности и степени риска	В случае отказа агента (типографии)	В случае отказа агента (типографии) с последующей заменой
Максимальное NPV	23216,67 €	23216,67 €
Минимальное NPV	-3750 €	-3750 €
Среднее NPV	17803,33 €	21750 €
Вероятность отрицательного NPV	20,43%	2,3%

Из чего можно сделать вывод, что предложенная стратегия управления является достаточно эффективной.

Заключение

В результате проделанной работы были выявлены модели и методы, способствующие более корректной оценке риска и принятию оптимального решения. Анализ результатов вычислительных экспериментов по реализации на ПК статистических моделей оценки и управления рисками решений виртуального предприятия подтверждает корректность предлагаемого в работе подхода, основанного на методах анализа иерархий и Монте-Карло. Представляется перспективным комплексная программная реализация этих методов и моделей в виде системы поддержки принятия решений (СППР).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вютрих Х. А., Филипп А. Ф. Виртуализация как возможный путь развития управления // Проблемы теории и практики управления, № 5, 1999.
2. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. М.: Радио и связь, 1993.
3. Риск-менеджмент инвестиционного проекта: Учебник для вузов / Под ред. Грачевой М. В., Секерина А. Б. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2009.
4. Песиков Э. Б. Оценка и управление рисками маркетинговых стратегий предприятия с использованием статистического моделирования // Раздел 7.4 в монографии "Реструктуризация и устойчивое развитие экономических систем" / Под ред. доктора экон. наук, проф. А. В. Бабкина. СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2006.
5. Система поддержки принятия решений (СППР) "Выбор". <http://www.ciritas.ru>.
6. Карпов Ю. Г. Имитационное моделирование систем. Введение в моделирование с AnyLogic 5. СПб.: БХВ Петербург, 2005.

Дроздов В.Н., Шефер Е.А.

Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского университета технологии и дизайна
ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ С БИНАРНЫМ ВХОДОМ

Введение

Широкий круг практических задач может быть формализован следующим образом. Для управления объектом, входной сигнал которого $u(x)$ может принимать только два значения, используется управляющий контроллер. Не теряя в общности, будем считать, что

$$u = 0 \vee 1.$$

Задана программа $g(x)$, которую должна воспроизводить выходная величина $y(x)$ объекта. Будем полагать, что функция $g(x)$ нормирована и неотрицательна,

$$\forall x \ 0 \leq g(x) \leq 1.$$

Аргумент x сигналов может быть как скалярной величиной, например, временем, так и векторной величиной, например, пространственными координатами.

Необходимо найти такой алгоритм функционирования управляющего контроллера, который обеспечивает «наилучшее» воспроизведение заданной программы $g(x)$. «Наилучшее» в работе интерпретируется следующим образом. Моделируется ситуация, соответствующая рисунку 1.

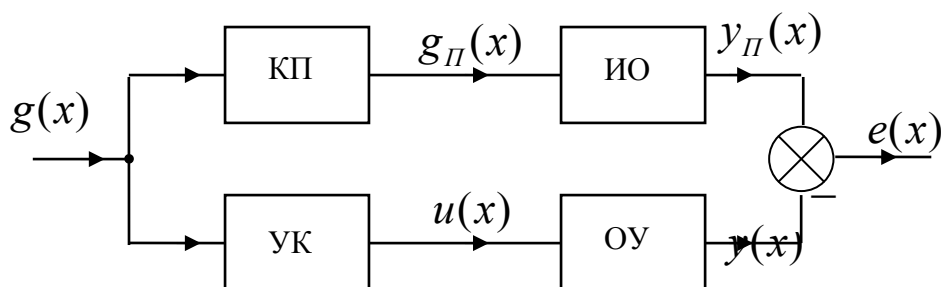


Рис.1. Функциональная схема эксперимента

На этом рисунке УК – управляющий контроллер, выходной сигнал аналогового порта которого принимает только два значения в соответствии со свойствами объекта управления ОУ. Выходной сигнал аналогового порта контроллера повторителя КП может принимать любые значения в соответствии со свойствами идеализированного объекта ИО. Свойства ИО отличаются от свойств ОУ только тем, что входной сигнал ИО может принимать любые значения в интервале $[0,1]$. Сигнал на выходе идеализированного объекта $y_I(x)$ сравнивается с выходным сигналом $y(x)$ исследуемого ОУ. Необходимо найти такой алгоритм функционирования УК, который обеспечивает минимум нормы $\|e(x)\|$ разности сигналов $y(x)$ и $y_I(x)$.

1. Формализация задачи

При вводе сигнала $g(x)$ любой физической природы в компьютер он должен быть представлен набором чисел. Сигналы $g(x)$, как правило, являются непрерывными функциями своего аргумента. Множество непрерывных функций образует бесконечномерное линейное пространство [1], каждый элемент этого пространства может быть разложен по векторам некоторого базиса,

$$g(x) = g_1\phi_1(x) + g_2\phi_2(x) + g_3\phi_3(x) + \dots \quad (1)$$

В этом разложении базисные функции $\phi_i(x)$ есть некоторые стандартные сигналы той же физической природы, что и сигнал $g(x)$. Коэффициенты g_i этого ряда (амплитуды стандартных сигналов) являются числами и могут быть размещены в памяти компьютера. Эти коэффициенты при ортогональном базисе вычисляются согласно выражению [1]

$$g_i = \frac{\langle g(x), \phi_i(x) \rangle}{\|\phi_i(x)\|} = \frac{\int_X g(x)\phi_i(x)dx}{\int_X \phi_i^2(x)dx}, \quad (2)$$

где X – область задания $g(x)$. Физическая реализация (2) определяется выбором базисных функций в (1).

Одним из самых распространённых типов базиса при компьютерной обработке сигналов является сдвиговой базис [2,3]. В этом случае базисные функции $\phi_i(x)$ представляют импульсные сигналы той же физической природы, что и $g(x)$. Теоретически эти импульсы являются δ – функциями соответствующей физической природы. В практических приложениях ряд (1) всегда ограничивается конечным числом слагаемых и представляет сигнал $g(x)$ с определённым приближением. Вопросам точности такого приближения посвящено большое число работ, например [2,3], и по этой причине здесь эти вопросы не рассматриваются. Конечное число членов ряда (1) предполагает использование в качестве базисных вместо δ – функций импульсов конечных размеров, как правило, прямоугольной формы.

Процесс получения и размещения в памяти компьютера коэффициентов ряда (1) обычно называется сканированием сигнала $g(x)$. В результате процедуры сканирования в памяти компьютера образуется массив коэффициентов g_i , являющийся спектром сигнала $g(x)$ в сдвиговом базисе. В случае скалярного аргумента x этот массив имеет размерность $1 \times N$, где N – число членов ряда (1). В случае двумерного аргумента X размер массива коэффициентов будет $M \times N$, где M – число строк, а N – число столбцов при сканировании сигнала. При увеличении размерности аргумента X соответственно увеличивается размерность массива спектра сигнала.

Вывод сигнала из контроллера-повторителя, т.е. синтез сигнала $g_I(x)$, представляет собой воссоздание отрезка ряда (1), т.е. генерирование множества функций $\phi_i(x)$ с амплитудами g_i .

В управляющем контроллере необходимо, прежде всего, преобразовать спектр сигнала $g(x)$ в спектр сигнала $u(x)$. Алгоритм преобразования спектра g_i сигнала $g(x)$ в спектр u_i сигнала $u(x)$ должен обеспечивать минимальную разницу в поведении объекта управления и идеализированного объекта.

2. Алгоритмы бинаризации сигналов

Распространённым методом приближения многоуровневого сигнала двухуровневым является оконная обработка исходного сигнала [4]. Как отмечалось ранее, рассмотрим сначала бинаризацию скалярных сигналов. Для скалярного аргумента суть оконной обработки заключается в том, что

область задания T_g исходного сигнала $g(t)$ разбивается на окна размером $T_0 = kT$, k – целое число, T – интервал квантования контроллера. В каждом окне сигнал $g(t)$ аппроксимируется по некоторому правилу двухуровневым сигналом.

2.1. Алгоритм широтно-импульсной модуляции

Наиболее известным способом аппроксимации в окне многоуровневого сигнала двухуровневым является широтно-импульсная модуляция [2,5]. Процедура широтно-импульсной модуляции, как известно, заключается в сравнении в каждом окне сигнала $g(t)$ с развёртывающей, обычно линейной функцией $r(t)$. При компьютерной реализации ШИМ происходит сравнение спектров этих сигналов в сдвиговом базисе. Спектр линейного развёртывающего сигнала в каждом окне формируется очевидным образом,

$$r_m = \frac{m}{k}, \quad m = 1, 2, \dots, k. \quad (3)$$

Полный спектр r_i развёртывающей функции получается периодическим повторением (3). В этом случае реализуется односторонняя широтно-импульсная модуляция. Двусторонняя ШИМ обеспечивается с помощью треугольного развёртывающего сигнала.

Спектр u_i двухуровневого сигнала формируется согласно правилу

$$u_i = 0,5(1 + \text{sign}(r_i - g_i)). \quad (4)$$

Цифровая реализация широтно-импульсной модуляции сопровождается противоречием, суть которого заключается в следующем. Уменьшение k влечёт за собой уменьшение размера окна T_0 , т.е. потенциально позволяет более подробно анализировать сигнал $g(t)$, однако это уменьшение приводит к уменьшению числа уровней представления коэффициентов g_i числоимпульсным кодом.

2.2. Д-алгоритм бинаризации

Широтно-импульсная модуляция – не единственный способ оконного преобразования сигнала $g(t)$ в бинарный $u(t)$. Возможен способ формирования спектра u_i , назовём его Д – алгоритмом [6], заключающийся в следующем. Для каждого окна T_0 суммируются коэффициенты g_i , эта сумма округляется до целого числа. Полученное округленное значение принимается за количество единичных коэффициентов u_i для данного окна. Эти единицы расставляются в тех позициях окна, в которых коэффициенты g_i имеют наибольшее значение. Подобный способ расстановки единичных коэффициентов u_i обеспечивает минимальное локальное расстояние $\rho(g(t), u(t))$ в каждом окне.

Для Д-алгоритма имеет место то же противоречие между k и T_0 , что и для широтно-импульсной модуляции.

2.3. Метод диффузии ошибки

Интерес представляют также беззаконные способы бинаризации сигнала $g(t)$. Одним из них является так называемый метод диффузии ошибки [7].

Формирование спектра сигнала $u(t)$ согласно этому методу заключается в следующем. Если значение коэффициента $g_i \leq 0,5$, то соответствующее значение u_i принимается равным 0, а значение g_i прибавляется к g_{i+1} . В том случае, когда $g_i \geq 0,5$, соответствующее значение u_i принимается равным 1, а к значению g_{i+1} прибавляется слагаемое $(1 - g_{i+1})$.

2.4. Метод стохастической бинаризации

Существуют различные методы стохастической бинаризации, использующие как оконную, так и беззаконную обработку сигналов. В [8] описан один из возможных методов стохастической бинаризации.

В настоящем исследовании используется простейший беззаконный метод бинаризации, суть которого состоит в следующем. Генерируется массив r_i из равномерно распределённых случайных

чисел, $0 \leq r_i \leq 1$. Размерность массива r_i совпадает с размерностью массива g_i . Спектр сигнала $u(t)$ формируется по правилу

$$u_i = 0,5(1 + \text{sign}(g_i - r_i)), \quad 1 \leq i \leq N. \quad (5)$$

3. Результаты исследования

Начнём исследование проблемы с простейшего случая скалярного аргумента, например, времени, $x = t$. В этом случае базисная функция $\Phi(\cdot)$ будет представлять прямоугольный импульс длительностью T и амплитудой, равной 1 согласно условию нормировки сигнала $g(t)$. Область задания T_g сигнала $g(t)$ будет

$$T_g = NT, \quad (6)$$

где N , как и прежде, число членов ряда (1).

В качестве объекта управления выбрана динамическая система, линейная часть которой описывается передаточной функцией вида

$$W(s) = \frac{1}{(T_1 s + 1)^2}. \quad (7)$$

Такие объекты типичны для многих практических случаев, впрочем, вид передаточной функции не может иметь принципиального значения.

Уравнение состояния этого объекта имеет стандартный вид

$$\begin{aligned} \dot{x} &= \tilde{A}x + \tilde{B}u, \\ y &= Cx, \end{aligned} \quad (8)$$

где

$$\tilde{A} = \begin{bmatrix} -\frac{1}{T_1} & \frac{1}{T_1} \\ 0 & -\frac{1}{T_1} \end{bmatrix}, \quad \tilde{B} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{T_1} \end{bmatrix}, \quad C = [1 \ 0]. \quad (9)$$

Для моделирования реакции объекта (7) на последовательность прямоугольных импульсов различной амплитуды получим разностную модель состояния объекта в виде

$$\begin{aligned} x_{m+1} &= Ax_m + Bu_m, \\ y_m &= Cx_m, \end{aligned} \quad (10)$$

где

$$A = e^{\tilde{A}T}, \quad B = \int_0^T e^{\tilde{A}(T-\tau)} \tilde{B} d\tau. \quad (11)$$

Дискретный фильтр (10) реализовывался в среде MATLAB, как и вся процедура моделирования.

Исследование влияния числа k , т.е. размера окна T_0 , на качество управления объектом с бинарным входом проводилось согласно схеме рисунка 1 при следующих условиях. В качестве базового элемента в эксперименте выбиралась длительность T базисной функции $\Phi(\cdot)$, т.е. интервал квантования контроллера. Область задания сигналов принималась равной $T_g = 2^{10}T$, $N = 2^{10}$.

В качестве испытуемых использовались гармонические сигналы вида

$$g(t) = 0,5(1 + \sin p\omega t), \quad p = 1, 2, \dots, \quad (12)$$

где $\omega = \frac{2\pi}{T_g}$.

Спектр сигнала (12) в сдвиговом базисе будет

$$g_i = 0,5(1 + \sin p \frac{2\pi}{N} i), \quad p = 1, 2, \dots, N-1. \quad (13)$$

$$g_{II}(t) \text{ и } u(t) \quad (14)$$

Моделирование осуществлялось для объекта, обладающего сильными сглаживающими свойствами, $T_1 = 32T$, и для объекта, со слабыми сглаживающими свойствами, $T_1 = 2T$.

Расстояние между функциями (векторами) оцениваются обычным образом,

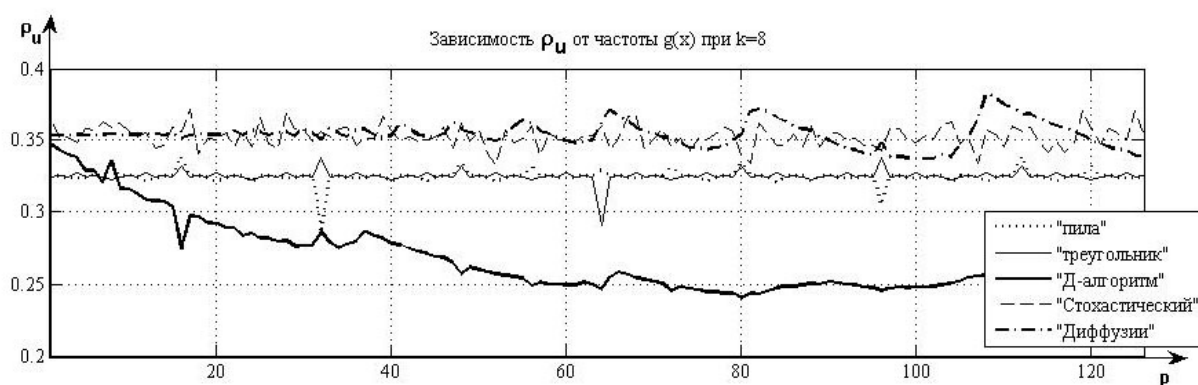


Рис.2. Зависимость расстояния между сигналами

На рисунке 2 приведены графики зависимости расстояния $\rho_u(p) = \|g_I - u\|$ между выходными сигналами КП и УК от частоты тестового сигнала $g(t)$. Из этого рисунка видно, что Д-алгоритм обеспечивает лучшую аппроксимацию сигнала $g_I(t)$ двухуровневым сигналом $u(t)$.

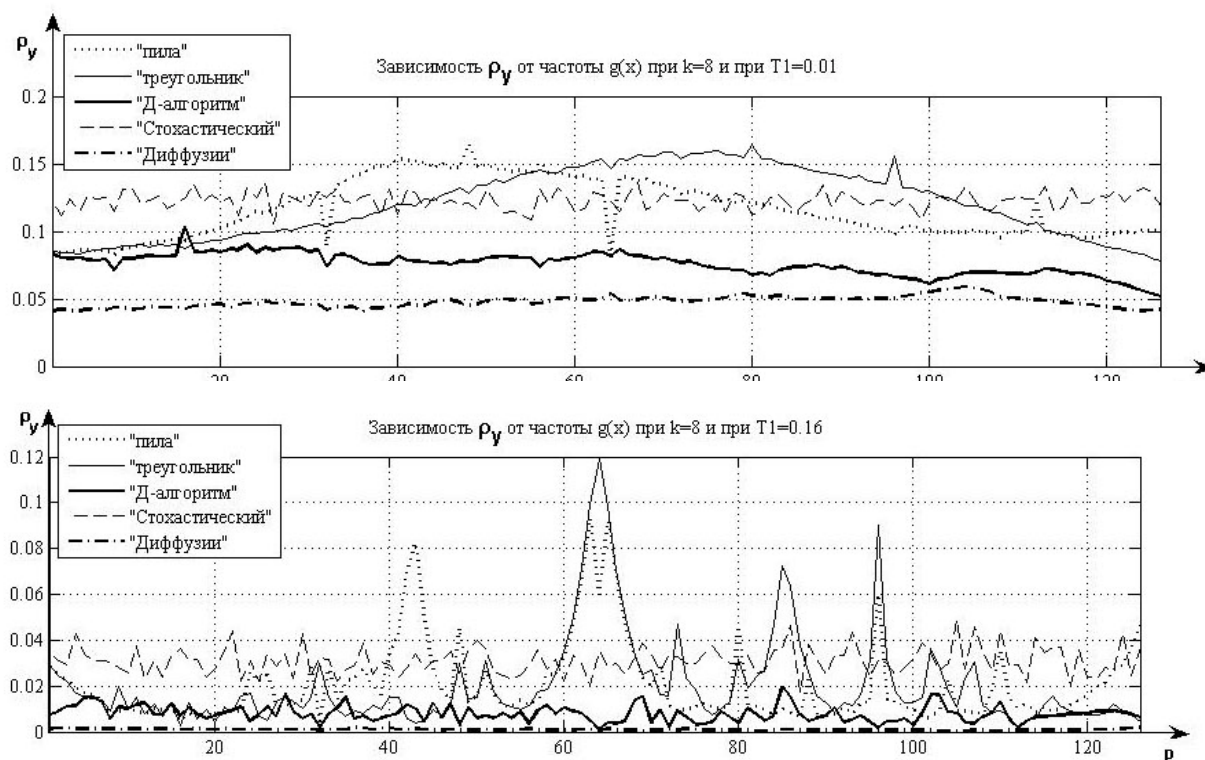


Рис.3. Зависимость расстояния между сигналами $y_{II}(t)$ и $y(t)$ от частоты тестового сигнала.

На рисунке 3 приведены графики зависимости $\rho_y(p) = \|y_I - y\|$ от частоты тестового сигнала для двух значений постоянной времени объекта управления. Из этого рисунка видно, что наилучшее воспроизведение сигнала $g(t)$ обеспечивает алгоритм бинаризации методом диффузии ошибки, Д-алгоритм занимает второе место по точности воспроизведения.

На рисунке 4 приведены графики зависимости $\rho_y(k) = \|y_I - y\|$ от размера окна T_0 .

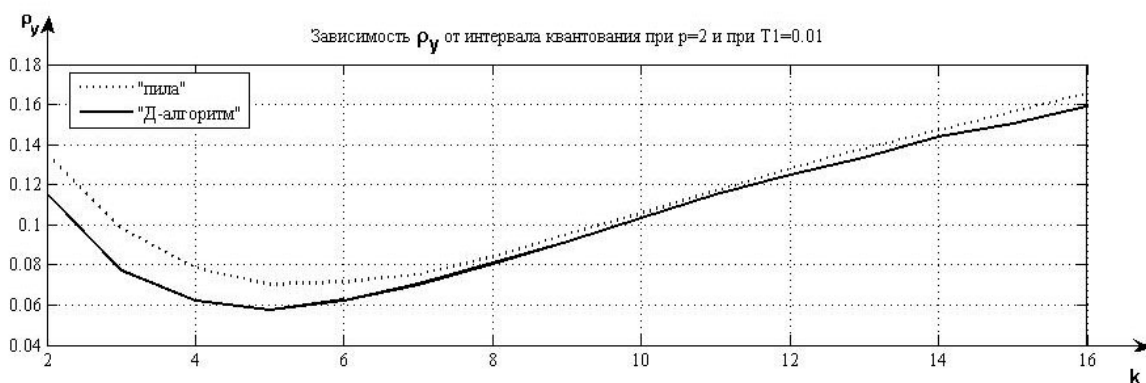


Рис.4. Зависимость расстояния между сигналами $y_I(t)$ и $y(t)$ от размера окна T_0

Из этого рисунка видно, что можно ставить вопрос о выборе размера окна, обеспечивающего наилучшее воспроизведение сигнала $g(t)$ при использовании оконных алгоритмов бинаризации.

Было установлено также, что отсутствует корреляция между расстояниями ρ_u и ρ_y .

Изучение алгоритмов управления объектов с бинарным входом для случая векторного аргумента x сигнала $g(x)$ требует дополнительного исследования, которое предполагается осветить в следующей статье.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гантмахер Ф.Р. Теория матриц. М.: Наука, 1965. 576 с.
2. Темников Ф.Е., Афонин В.А., Дмитриев В.И. Теоретические основы информационной техники. М.: Энергия, 1979. 512 с.
3. Ярославский Л.П. Введение в цифровую обработку изображений. М.: Советское радио, 1979. 290 с.
4. Скурихин А.В., Лаборатория АНИ, СПИИРАН. Основные требования к методам обработки сигналов на современном этапе развития вычислительных средств.
5. [Электронный ресурс]: <http://www.spiiras.nw.ru/rus/conferences/ict/Skurihin110604.ppt>
6. Глазенов Т.А. Полупроводниковые преобразователи в электроприводах постоянного тока. Л.: Энергия, 1973. 304 с.
7. Горбачёв В.Н., Дроздов В.Н., Яковлева Е.С. Один алгоритм бинаризации полутоновых изображений // Дизайн, материалы, технология. – 2009. № 1 (16). – с.104–107.
8. Floyd W, Steinberg L. An adaptive algorithm for spatial grey scale/ Proceedings of the society of Information Display 17, 75–77 (1976).
9. Киппхан Г. Энциклопедия по печатным средствам информации. Технология и способы производства/Гельмут Киппхан; Пер. с нем. М.: МГУП, 2003. 1280 с.
10. Дёч Г. Руководство к практическому применению преобразования Лапласа и Z-преобразования. М.: Физматгиз, 1971. 288 с.

Дроздова Е.Н., Шиленкова Н.В.

**Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
РАБОЧЕГО МЕСТА ВЕРСТАЛЬЩИКА В МАЛОМ ИЗДАТЕЛЬСТВЕ**

В СЗИП СПГУТД разработана база данных для поддержки деятельности дизайнера в малом издательстве. Целью создания базы данных явилась автоматизация его рабочего места.

Центром рабочего места дизайнера-верстальщика является компьютер. Он должен содержать в себе требуемое программное обеспечение, а также обеспечивать обращение к определённым аппаратным и иным ресурсам. Всё это в совокупности должно удовлетворять профессиональные потребности дизайнера-верстальщика, который в малом издательстве часто выполняет и функции дизайнера. На своём компьютеризированном рабочем месте он осуществляет значительную часть своей работы или даже всю её целиком. Заметим, что нормой является индивидуализация рабочего места.

В понятие компьютеризированного рабочего места входит следующее: компьютер; расположенные на компьютере операционная система и прикладное программное обеспечение в виде пакетов и отдельных программ; наличие на компьютере дисководов, портов для флеш-накопителей, других требуемых мест соединений; соединение с файл-сервером своей локальной сети, а также через сервер с сетью организации и с интернет-сервером; возможность обращения к базам данных (в своей локальной сети и, по необходимости, за её пределами); возможность хранения больших файлов на специальных серверах в своей локальной сети и за её пределами; выход на профессиональные принтер, плоттер, сканер и, возможно, цифровую печатную машину; возможность пользоваться копиром (ксероксом), факсом, телефоном.

Нужное дизайнеру-верстальщику программное обеспечение может находиться: на его компьютере; на файл-сервере; на другом доступном компьютере; на внешних средствах хранения, например, DVD-диске или во флеш-памяти; в других сетях, в том числе, в системе Интернет.

Платные базы данных имеются в Интернете, также могут быть договорённости об использовании баз данных других организаций (платно или по обмену). В ряде стран распространены базы данных различных ассоциаций и союзов дизайнеров, использование которых имеет клубный (т.е. закрытый для посторонних) характер.

Дизайнер должен владеть и специальными приёмами именования файлов, чтобы не запутаться и не затерять версии выполненных эскизов и вариантов работы. Рекомендации по наименованию обычно касаются сокращённого обозначения сути варианта и точной даты, возможно с часами и минутами. После этого специальные программы сами отправляют вариант в нужную директорию и автоматически дают варианту регистрационный номер.

В понятие компьютеризированного рабочего места также входят определённые правила работы. Они нужны для упрощения и ускорения коллективной работы. Для дизайнера это, например, указания в каком пакете надо выполнять определённую работу, какими форматами пользоваться для записи окончательного варианта и последующей пересылки. Сюда же входят правила архивации. Переход к выходному формату и архивация могут выполняться автоматически.

В целях повышения эффективности работы дизайнера в малом издательстве разработана база данных, которая автоматизирует его рабочее место. Работа осуществлялась на основе данных, предоставленных малым издательством «Има-принт». На рисунке 1 показаны этапы прохождения заказа. Можно выделить наиболее значимые этапы, это размещение заказа, планирование, разработка технологии и нормирование заказа, предварительная подготовка заказа, заключительная обработка.

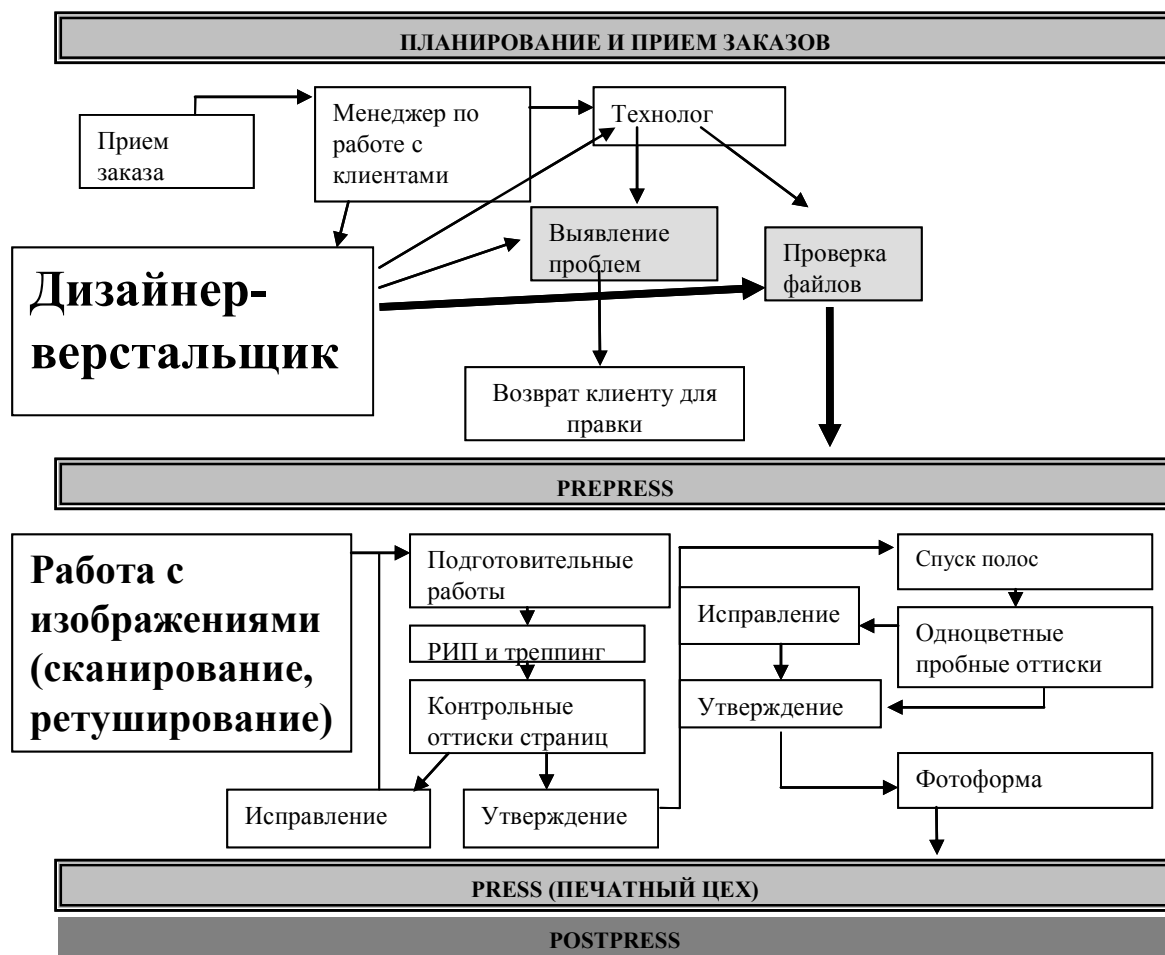


Рис.1. Этапы прохождения заказа в малом издательстве

Наиболее ответственным этапом является предварительная подготовка, которую осуществляет дизайнер-верстальщик, на этом этапе крайне важно отследить правильность выбора файла, т.к. не редко бывает, что заказчик делает повторный заказ, но вносит некоторые правки, для этого предусмотрена функция автоматической постановки даты внесения файла.

Содержательно база данных включает переведенные в электронный формат данные о заказчиках и ссылки на файлы заказов, шаблоны для верстки, ссылки на файлы клипартов и справочные материалы, которые могут понадобиться дизайнеру-верстальщику во время работы. База

предназначена для возможности быстрого поиска файлов, необходимых для выполнения заказа, быстрой и безошибочной манипуляции с ними, ведения учета и получения справочной информации.

В качестве основных компонентов информационной базы данных рабочей области дизайнера-верстальщика в малом издательстве (далее РОДВ) выделены [2, 3]: модель данных как средство для структурирования данных, система управления базой данных (СУБД) как программная оболочка для создания базы данных, специальный интерфейс для пользователя и для администратора базы данных.

Предъявлены следующие требования к РОДВ: многоуровневый доступ и различные степени агрегирования информации; разнообразные формы представления информации (таблицы, расчетные формулы или процедуры); развитая система меню; высокие требования к актуальности, защите, закрытости данных и к целостности базы данных в целом.

Для решения поставленной задачи разработки структуры и средств реализации РОДВ использован непрототипный подход, основная сущность которого заключается в следующем: анализ предметной области, установление объектов и отношений между объектами, выбор моделей данных, выбор СУБД, построение логической структуры базы данных, реализация базы данных.

Для достижения поставленной цели требуется решение следующих задач:

1. Разработка информационно-логической модели автоматизируемой предметной области РОДВ.

2. Построение логической структуры информационной базы для дизайнера-верстальщика в малом издательстве.

3. Разработка объектов информационной базы для дизайнера-верстальщика в малом издательстве, а именно: определение числа и структуры таблиц, формирование запросов к базе данных, определение типов отчетных документов, разработка алгоритмов обработки информации, создание форм для ввода и редактирования данных.

4. Проектирование целостного приложения информационной базы РОДВ.

При разработке модели БД использовался метод «Сущность-связь», итогом которого явилась информационно-логическая модель. Она представлена на рисунке 2 в каноническом виде, т. е. объекты размещены по уровням. На нулевом уровне размещаются объекты, не подчиненные никаким другим объектам. Уровень остальных объектов определяется наиболее длинным путем к объекту от нулевого уровня. Такое размещение объектов дает представление об их иерархической подчиненности, делает модель более наглядной и облегчает понимание связей между объектами.

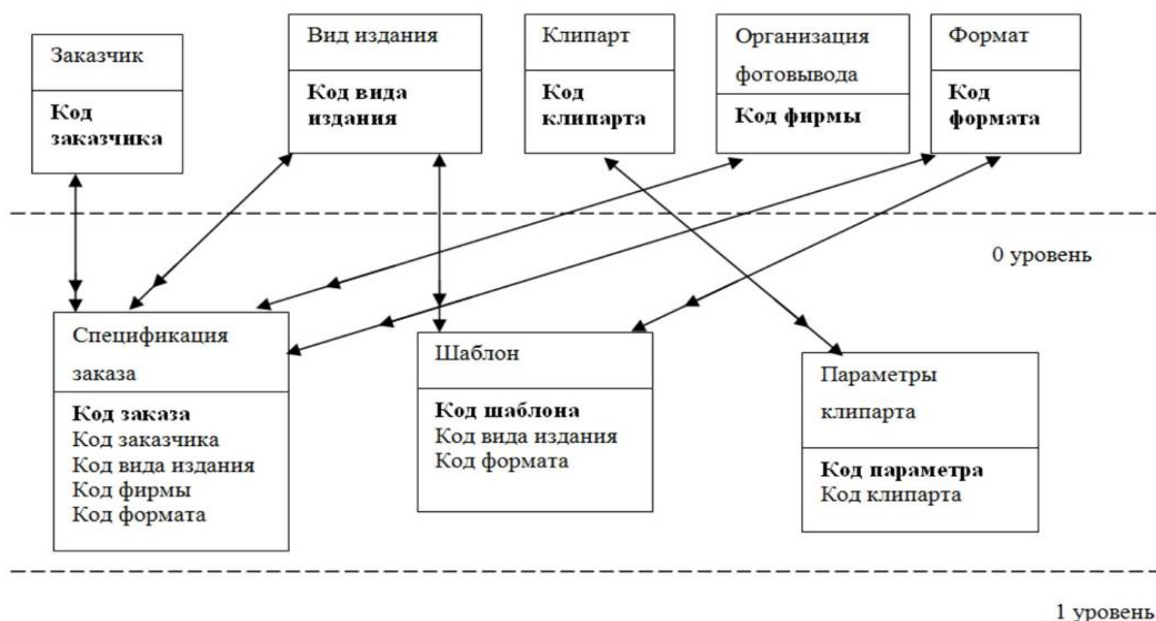


Рис. 2. Инфологическая модель базы данных для поддержки деятельности дизайнера

Создание целостной базы данных с установленными между таблицами связями предполагает упорядочение загрузки взаимосвязанных таблиц при одновременном обеспечении пользователя удобным интерфейсом. Такая технология построена на использовании соответствующих экранных форм ввода/вывода.

На рисунке 3 представлена форма «Заказчики», которая предоставляет всю информацию о заказчике, спецификации его заказов, данные для отправки файла на фотовывод.

Рис. 3. Пример формы для ввода и редактирования данных «Работа с заказчиками»

Параметры заказа выбираются из соответствующих выпадающих списков, дата внесения данных проставляется автоматически. После внесения данных можно легко найти интересующий заказ и перейти к папке, содержащей все файлы, относящиеся к нему по нажатию на ссылку. Так же на этой форме расположены кнопки для перехода на другие формы со справочной, статистической информацией, и отчеты.

В базе данных разработаны формы для ввода и редактирования данных «Шаблоны», «Клипарты» и «Организации фотовывода». В форме «Шаблоны» можно вводить параметры искомого шаблона, такие как вид издания и его формат, и по нажатию на ссылку перейти в файл верстки-шаблон. В форме «Организации фотовывода» размещены необходимые реквизиты и ссылка для перехода в приложение Total Commander, а в форме «Клипарты» — параметры клипартов и ссылки на содержащие их папки.

Так же в базе имеются формы со справочной информацией, которая может пригодиться по ходу работы дизайнера, такие как форматы и виды изданий.

Для наглядного вывода статистической информации формируются диаграммы. Пример диаграммы представлен на рисунке 4.

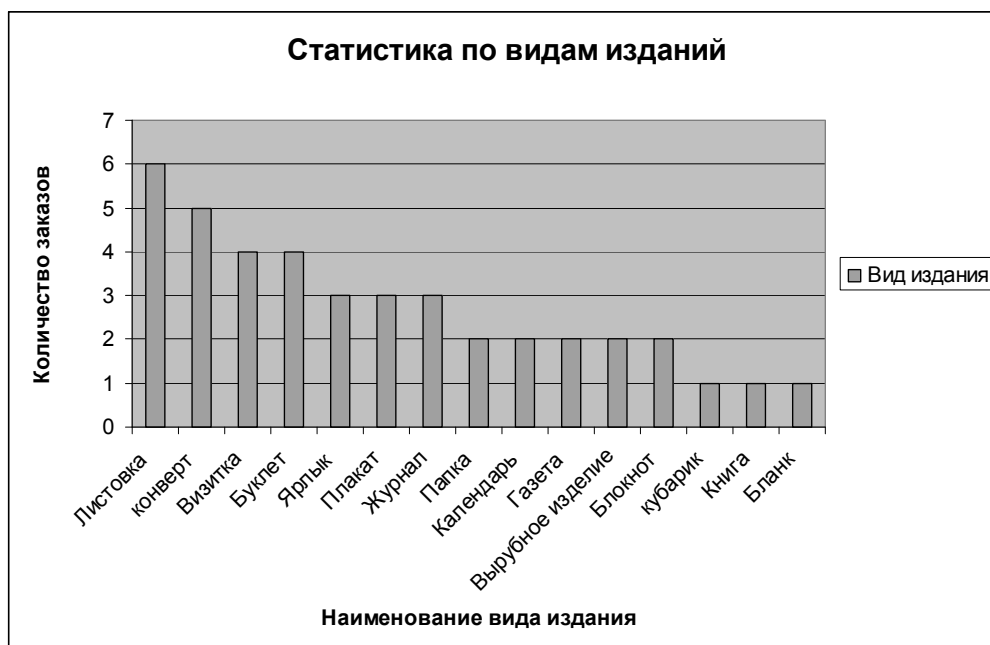


Рис. 4. Пример вывода статистической информации

Для организации эффективной работы пользователя разработано целостное приложение, в котором все компоненты сгруппированы по функциональному назначению. В качестве

синхронизирующего объекта в интерфейсе используется главная кнопочная форма, она открывается сразу после запуска базы данных. Кнопки главной кнопочной формы обеспечивают вызов других кнопочных форм, а также отдельных объектов, с которых начинается решение задачи.

Таким образом, с помощью разработанной базы данных дизайнеру-верстальщику значительно легче ориентироваться в большом количестве заказов, что дает возможность быстрого и безошибочного их выполнения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дроздова Е.Н. Информационная система для исследования и прогнозирования рынка полиграфических услуг // Тез. докл. XI С.-Петербург, Международная конференция. "Региональная информатика-2008" ("РИ-2008"). СПб.: СПОИСУ. 2008. С. 285.
2. Хомоненко А.Д. и др. Базы данных. СПб.: Корона принт, 2007. 736 с.
3. Дейт К. Дж. Введение в системы баз данных, 8-е изд.: Пер. с англ. М.: Изд. Дом "Вильямс", 2005. 1327 с.

Дроздова Е.Н., Юрченко Н.Д.

**Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВЕРНОЙ ЛОГИКИ В ВИДЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ НА БАЗЕ СУБД ORACLE**

В ходе работы программисты часто сталкиваются с необходимостью реализации одинаковых задач для разных приложений, сначала для настольных, потом для web-приложений [1,2].

В СЗИП СПГУТД разработаны два программно независимых модуля, реализованных в виде набора PL/SQL пакетов, таблиц, представлений, процедур на сервере Oracle. Каждый из этих модулей воплотил в себе весь функционал, необходимый при работе с данными определённой предметной области. Такими предметными областями были выбраны: «Адресная информация» и «Аутентификация пользователей».

Модули «Адресная информация» и «Аутентификация пользователей» содержательно включают в себя объекты серверной логики (таблицы, представления, пакеты, процедуры).

Для реализации адресного модуля была проанализирована информация о необходимых понятиях при работе с адресом. Модуль содержит: схему данных логическую и физическую; данные и инструкции для загрузки адресов; логику работы с адресами, заключенную в PL/SQL пакеты; скрипты для загрузки (установки) модуля.

Логическая и физическая модель данных адресного модуля выполнены путём нормализации с помощью программы ERwin Data Modeler (компании Computer Associates) [3]. Как видно из рисунка 1, в базе данных хранятся справочники стран, населённых пунктов, улиц, домов и районов. Пользовательские адреса содержатся в отдельной таблице и имеют ссылки на справочники.

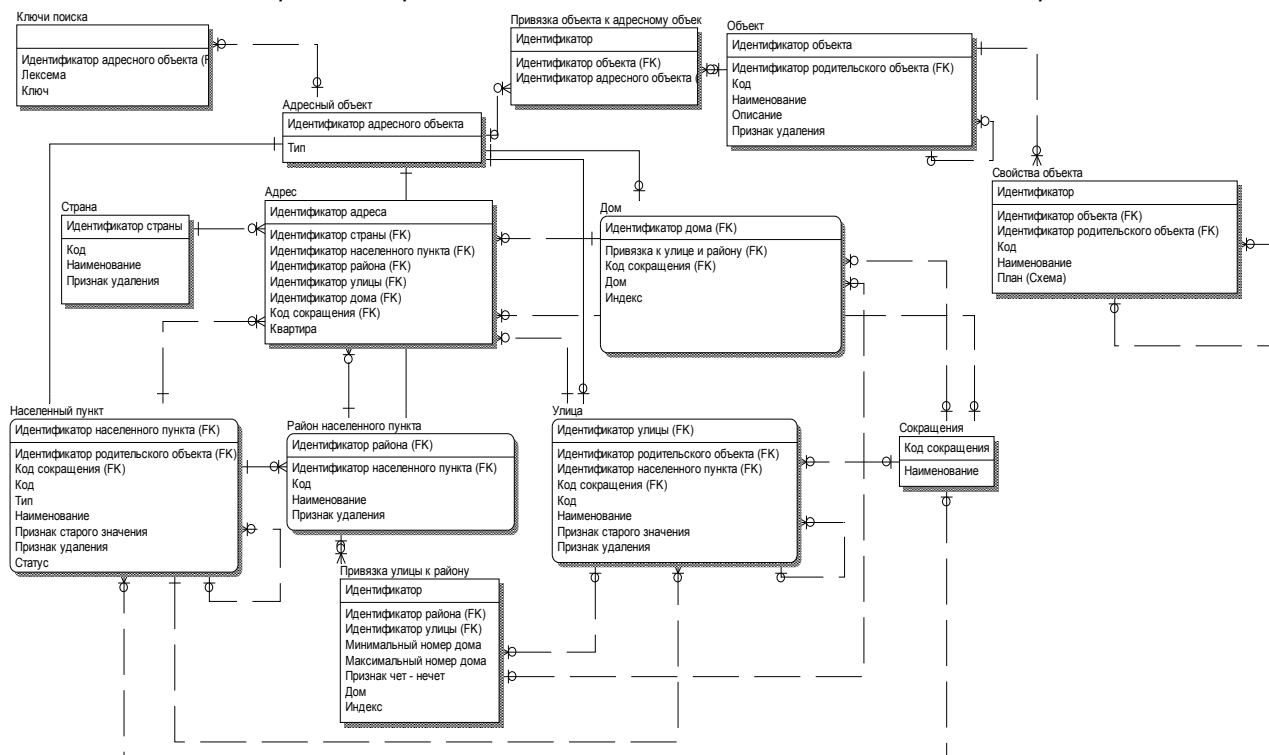


Рис. 1. Логическая схема данных адресного модуля

Для загрузки справочных данных используется КЛАДР – ведомственный классификатор адресов ФНС, который был загружен в базу через ODBC источник (рисунок 2). Далее был написан пакет по преобразованию справочников КЛАДРа в справочники модуля. Иерархия населённых пунктов построена с помощью анализа кода объектов КЛАДР. В конечном итоге данные из справочников модуля выгружены в .dmp файл, что облегчает загрузку модуля, которая уже не требует обработки сырых файлов КЛАДР, и написаны скрипты для загрузки получившихся данных.

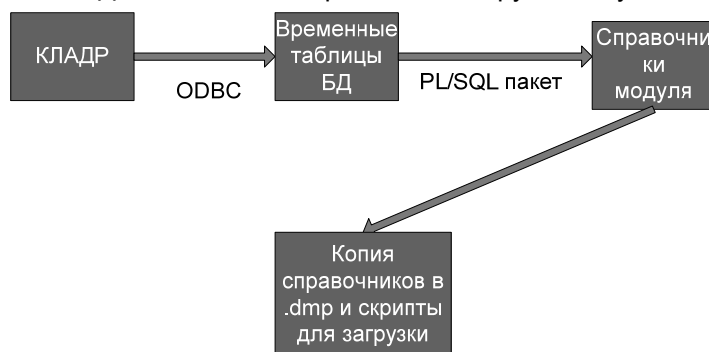


Рис. 2. Загрузка справочных данных

На рисунке 3 приведён фрагмент алгоритма обработки кода объекта КЛАДР.

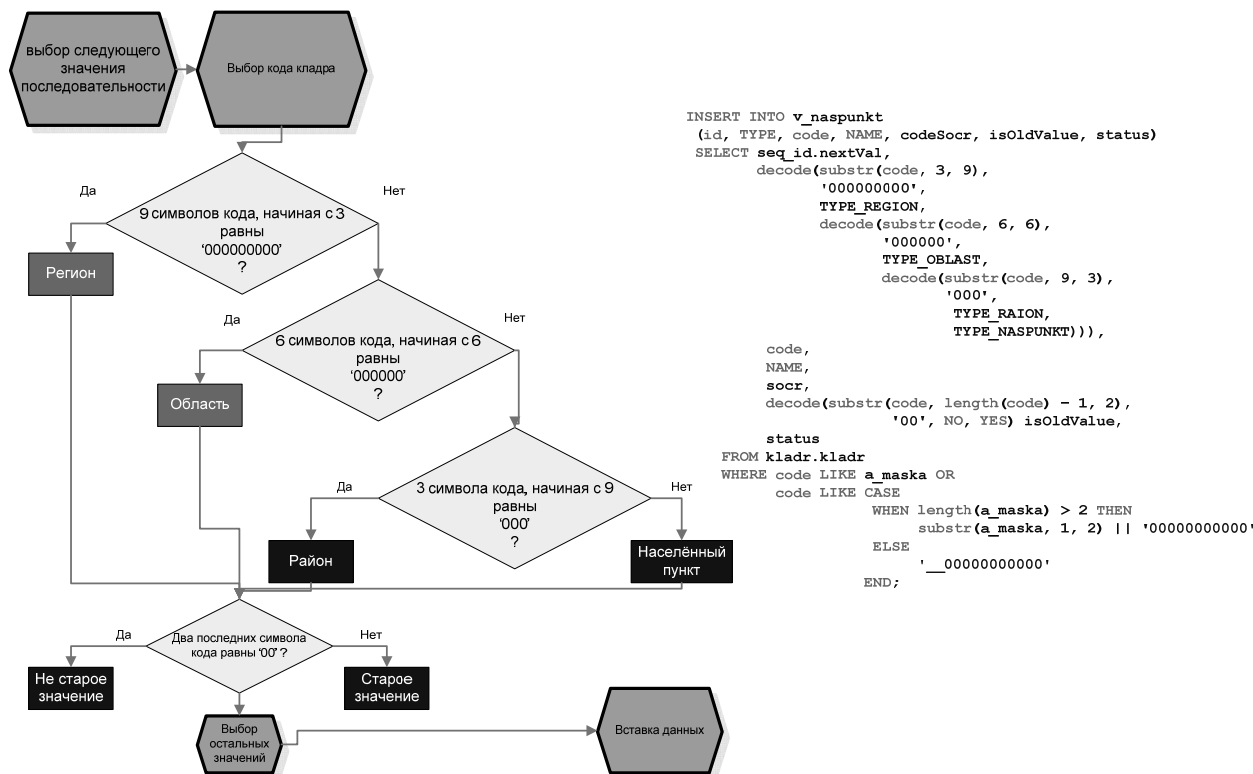


Рис. 3. Фрагмент алгоритма обработки кода КЛАДР

В логике работы с адресами реализованы процедуры по вставке, удалению и обновлению данных и различные варианты поиска данных. Поиск данных может занимать много времени, для этого реализован алгоритм поиска по лексемам. Лексемы формируются из названий по определённому морфологическому алгоритму, выделяются в отдельную таблицу, индексируются. Такой подход во много раз ускоряет поиск данных. На рисунке 4 изображён поиск населённого пункта по лексеме.

Таким образом, в модуле для работы с адресной информацией реализована следующая серверная логика: пакет для загрузки справочных данных из КЛАДР (Классификатор адресов налоговой службы России); пакет по добавлению, изменению и поиску данных; пакет для работы с лексемами.

Назначение модуля «Аутентификация пользователей» состоит в хранении информации о пользователях. Эта информация включает логин и пароль пользователя, права пользователя на работу с определённой задачей. Если же смотреть шире, то на одном сервере может быть создано несколько схем объектов и для каждой схемы могут быть свои пользователи и их права.

```

PROCEDURE getNasPunktByToken(rc          IN OUT result_rc,
                           a_token      IN VARCHAR2,
                           a_count      IN NUMBER DEFAULT DEFAULT_LIST_COUNT,
                           a_delimeter  IN VARCHAR2 DEFAULT DEFAULT_DELIMITER) IS
BEGIN
  OPEN rc FOR
    SELECT np.id, np.code, np.fullName shortName,
           getNasPunktName(np.idParent,DIRECTION_FORWARD,YES, a_delimeter) fullName
    FROM v_nasPunkt np
   WHERE np.id IN (SELECT ID FROM v_key
                  WHERE lexema LIKE upper(a_token) || '%' AND
                        idAddressObject = np.id) AND
        EXISTS (SELECT 1 FROM v_street WHERE idNasPunkt = np.id) AND
        rownum <= a_count
   ORDER BY NAME;
END getNasPunktByToken;

```

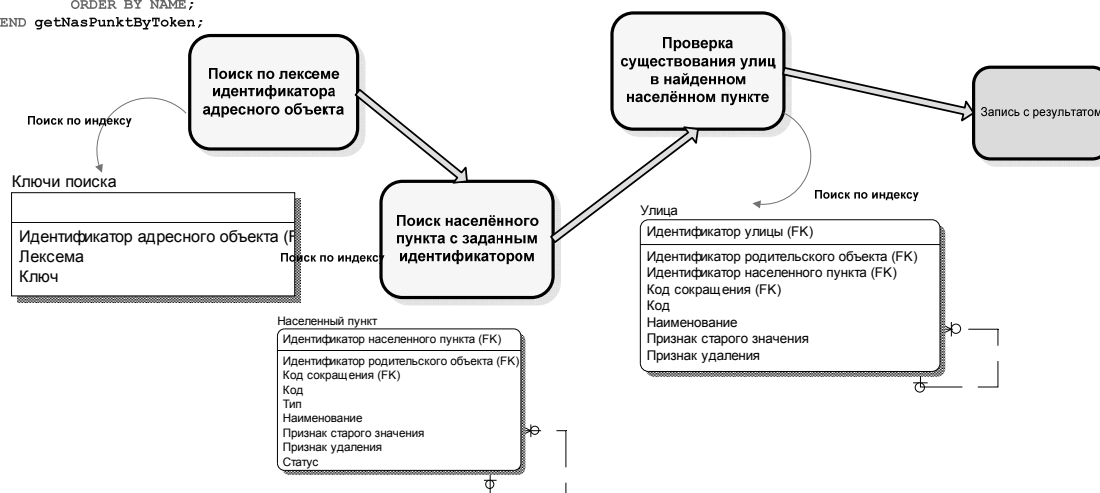


Рис. 4. Поиск населённого пункта по лексеме

Модуль «Аутентификация пользователей» содержит: схему данных логическую и физическую; логику работы с пользователями, заключенную в PL/SQL пакеты; скрипты для загрузки (установки) модуля.

Путём нормализации были получены логическая и физическая схема данных модуля аутентификации (рисунок 5). В базе данных хранятся справочники приложений, функций, профилей и логинов.

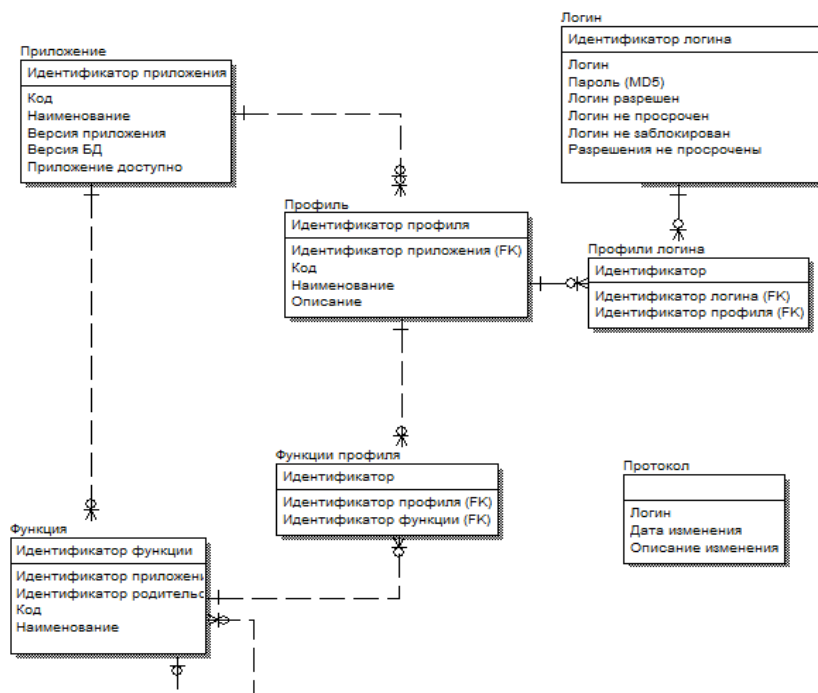


Рис. 5. Логическая модель данных для модуля Аутентификации пользователей

В серверной логике реализованы алгоритмы: подключения пользователя с шифрованием пароля; проверка прав на работу с приложением; процедуры изменения данных в справочниках; пакет записи в журнал всех операций над данными.

На рисунке 6 изображена процедура регистрация пользователя в приложении и записи данных логин/пароль в системный контекст.

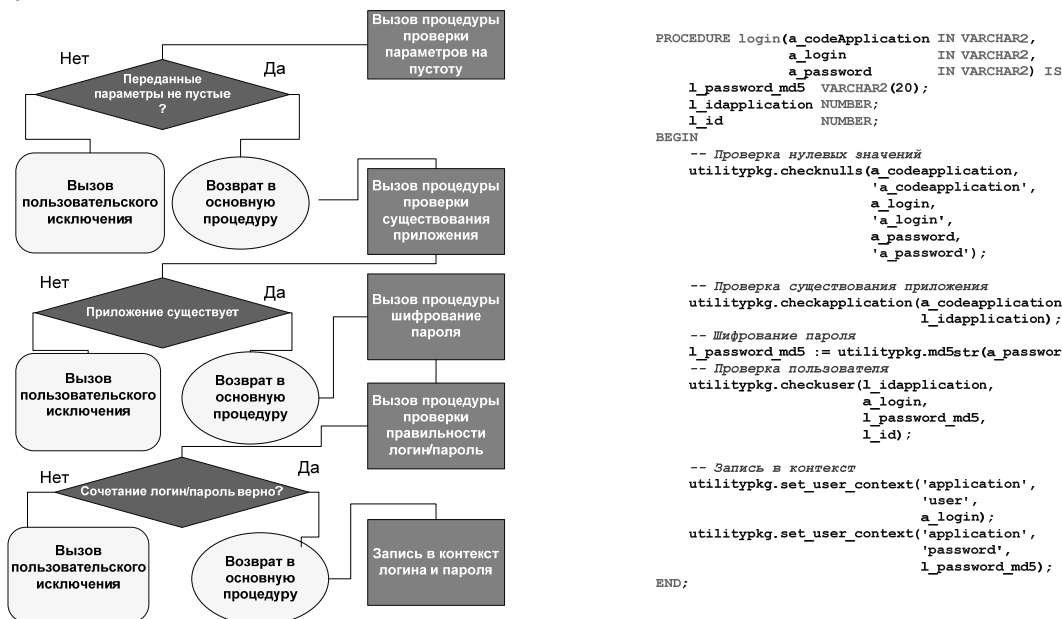


Рис. 6. Регистрация пользователя

Для установки каждого из модулей созданы исполняемые .bat-файлы, которые создают нужные объекты в базе данных в схеме отдельного пользователя и дают права на объекты созданной схемы. Исполняемый файл для адресного модуля включает следующие команды:

```

SET TNS=dboracle
set SYS_USER=sys
set SYS_PASSWORD=temp
REM Создание пользователя address
sqlplus -s "%SYS_USER%/%SYS_PASSWORD%@%TNS%" @create_users.sql
REM Создание схемы address
sqlplus -s "address/address@%TNS%" @create_address.sql
REM Компиляция объектов схемы address
sqlplus -s "address/address@%TNS%" @recompile_all.sql
copy install1.log+install2.log install_address.log

```

Таким образом, разработаны два программно независимых модуля, готовых к внедрению и распространению среди профессиональных разработчиков Информационных систем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Томас Кайт, Oracle для профессионалов. – М., «Aprres», 2007.
2. Дэвид Нокс, Создание эффективной системы безопасности для Oracle Database 10g. – М., Издательство «Лори», 2007.
3. Документация продукта ERwin Data Modeler (Computer Associates).

Шиков А.Н.

Россия, Санкт-Петербург, Северо-Западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна
ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ
В ПРЕПОДАВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН

В Северо-Западном институте печати СПГУТД более трех лет активно используются виртуальные лабораторные практикумы при преподавании ряда инженерно-технических дисциплин. Возникающие споры о целесообразности внедрения в учебный процесс современных виртуальных лабораторных работ вынуждает анализировать и проводить постоянный взвешенный контроль результатов освоения теоретических знаний и практического опыта студентов по дисциплинам, которые раньше использовали практикумы только на действующем оборудовании. Столкновение диаметрально противоположных взглядов на использование виртуальных лабораторных практикумов имеет серьезную педагогическую основу, связанную с недостатками таких лабораторных работ. И прежде всего в том, что они только имитируют физический процесс, а не воспроизводят его

фактически на натурном лабораторном стенде. Для инженерной подготовки этот фактор является определяющим, и пренебрегать им в полной мере недопустимо.

Для определения количественной оценки эффективности виртуальных работ были поставлены эксперименты по степени воздействия на опыт и знания студентов, как виртуальных лабораторных работ, так и фактических практикумов на действующих стендах. Для чистоты эксперимента взяты были одинаковые лабораторные работы по дисциплине «Электротехника и электроника». Фотография с монитора виртуальной лабораторной работы представлена на рисунке 1. Занятия проводились у одного преподавателя в двух группах одного курса, обучающихся по одной программе. Обработка результатов эксперимента проводилась путем анализа тестового контроля знаний студентов в исследуемых группах, навыков в процессе защиты лабораторных отчетов и анкетирования студентов по вопросам их оценки виртуальных и стендовых лабораторных работ. Для полноты исследований и проведения объективного анкетирования было проведено повторное лабораторное занятие в каждой группе студентов. Но теперь они поменялись видом проводимых занятий. Группа №1 студентов, участвующая первоначально в занятиях на виртуальных лабораторных работах занималась на фактических стендах. Группе №2 студентов было предложено проделать эту же работу на компьютерах виртуально. После этого студенты ответили на ряд вопросов по восприятию, качеству проведенных занятий, степени воздействия на их знания и опыт работы с приборами. Результаты получились интересные, они и подсказали ответ на интересующий нас вопрос: какие лабораторные занятия лучше виртуальные или натурные на фактических стендах?

Таблица 1

Результаты эксперимента в группах №1 и №2

Контролируемые параметры	Группа №1 (в)	Группа №2 (ф)
Средний балл по результатам теста знаний по теме лабораторной работы	3,93	4,21
Средний балл по защитам лабораторной работы	4,45	3,87
Мнение студентов о качестве лабораторной работы (первоначальное) в баллах	4,62	4,75
Мнение студентов о восприятии первой лабораторной работы (вторичное, после проделывания другой работы) в баллах	4,89	4,51
Мнение студентов о второй работе в сравнении с первой (перекрестное заключение) в баллах	4,47	4,84

В результате эксперимента, и объективно это так, лидируют виртуальные лабораторные практикумы с суммой баллов – 22,73. Фактические лабораторные работы отстают в оценках на 0,92 балла с суммой – 21,81. Они показались студентам и первой и второй групп сложнее, труднее в выполнении и защите. Фактические лабораторные практикумы выполнялись с учетом распределения по два студента на один стенд. Виртуальные работы выполнялись индивидуально каждым студентом самостоятельно. Этот фактор сказался на результатах защиты, так как в фактических работах участие каждого студента в выполнении работы неодинаковое. Отсюда и степень усвоения лабораторной работы разнится.

Следующий фактор, который необходимо проанализировать – это время. Во второй группе отведенного времени едва хватило на выполнение заданий, оформление отчета в ручную на бланке и защиту лабораторной работы. Несколько студентов не успели закончить работу в отведенное время. В первой группе студентов, проводившей аналогичную виртуальную лабораторную работу на компьютерах, все студенты справились задолго до окончания занятия. Отчет по работе оформлялся на компьютере с последующей распечаткой на принтере. Среднее сэкономленное время студентов при выполнении виртуальной работы по отношению к фактической составило 27%. Таким образом, в процессе виртуальных лабораторных практикумов существует реальная возможность увеличения количества заданий на четверть или усложнения уже имеемых заданий.

В анкетах студенты отмечают большую свободу в выборе инструментов исследований, приборов и схем реализации поставленных на лабораторное занятие заданий. Отсутствие чувства опасности, которое появляется при работе на фактических стендах и макетах под напряжением, что несколько замедляет ход работы и требует детальной проверки собранной схемы и правильности ее подключения к приборам и источникам питания. При выполнении фактических практикумов студенты находятся постоянно в напряжении и быстрее устают от этого. Поэтому работа кажется более сложной и утомительной в отличие от такой же виртуальной.

Оценка знаний и умений приблизительно у обеих групп одинаковая, цель лабораторных занятий достигнута. Результат достаточно хороший. Остается одна нерешенная проблема. И суть ее в том, что при перекрестном втором занятии (когда группа №1, проводившая первоначально виртуальную работу стала делать фактическую на стендах, и наоборот – группа №2 стала выполнять виртуальную), студенты первой группы столкнулись со сложностями использования настоящих приборов, осциллографов, блоков питания, лабораторных макетов. Возникла некая фобия при

обращении с действующим оборудованием и электрическим током. Исчезли легкость и спокойствие, с которым и они выполняли виртуальную работу. Как следствие, более половины студентов с работой в отведенное время не справились. А оформление отчета по лабораторной работе «в ручную» вызвало большой отрицательный резонанс, скептическое отношение к этой процедуре и потребовало не малых временных затрат.

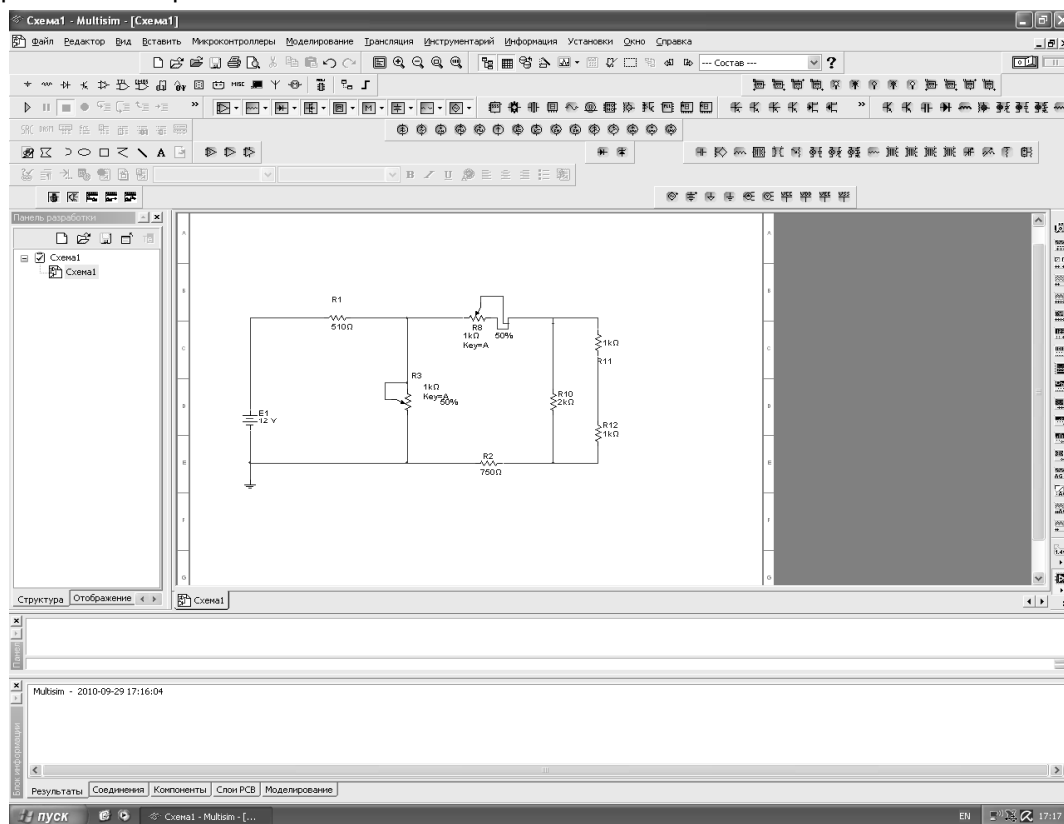


Рис.1. Пример виртуальной лабораторной работы по «Электротехнике и электронике»

И еще один немаловажный фактор в оценке применения виртуальных и фактических лабораторных работ на стендах с приборами. Это мнение преподавателя, проводящего подобные занятия. Во многих вузах большая часть преподавателей полностью переходят на виртуальные работы. Причин несколько и они актуальны для многих дисциплин. Во-первых, фактические лабораторные практикумы требуют специализированных помещений, оборудования и вспомогательного персонала. Во-вторых, трудоемкость подготовки к практикуму и самого занятия на порядок выше, чем при проведении виртуальных работ. Так преподаватель при проведении фактического лабораторного занятия на стендах с приборами и подачей электрического тока сам находится в постоянном напряжении и повышенном внимании, что бы исключить ошибки студентов при коммутации электрических схем, приводящих к перегоранию приборов, макетов и поражению электрическим током. Виртуальные работы проходят в полной безопасности за приборы, оборудование лаборатории, жизнь и здоровье студентов. В-третьих, как уже было подмечено, бумажные отчеты по лабораторным практикумам уходят в прошлое. Актуальны электронные бланки отчетов, с возможностью использования скриншотов эпюр, осциллограмм, собранных схем и показаний приборов, без ручной их зарисовки.

Таким образом, истина находится где-то в середине. Надо сочетать положительные стороны виртуальных и фактических лабораторных практикумов применяя и те и другие. Это дает отличный результат. Студенты успешно овладеют и оборудованием, и приборами, и компьютером, как самым универсальным устройством исследований. И могут уверенно себя чувствовать в качестве инженера на полиграфическом предприятии, решая самые сложные задачи.

Среди положительных аспектов использования виртуальных лабораторных практикумов выделяются следующие:

1. Значительное повышение эффективности и загруженности лаборатории, из-за универсальности и использования компьютеров в качестве устройств моделирования исследуемых процессов (лабораторные стенды фактические требуют большие площади, шкафы, кладовые, вспомогательный персонал).

2. Полная индивидуализация проведения лабораторных работ, в отличие от работ на приборном стенде, где обычно работает 2-3 студента и степень участия каждого различна.

3. Возможность выполнения лабораторных работ дистанционно через Интернет, студентами заочной формы обучения, что ранее было невозможно.

4. Студенты с большим энтузиазмом участвуют в виртуальных практикумах, которые имеют современный вид и являются актуальными с высокой степенью визуализации фактических процессов (полной имитацией - даже звуковых эффектов функционирующего оборудования).

5. Более эффективно используется время занятия, так как измеренные параметры, эпюры, графики с легкостью сохраняются в электронном отчете по лабораторной работе и практически не требуется оформление «в ручную» на бумаге.

6. Отсутствует чувство опасности, осторожности и страха сделать ошибку, сдерживающее уверенное выполнение лабораторной работы при использовании макетов, стендов и приборов под напряжением, давлением, высокой скоростью вращения или температурой.

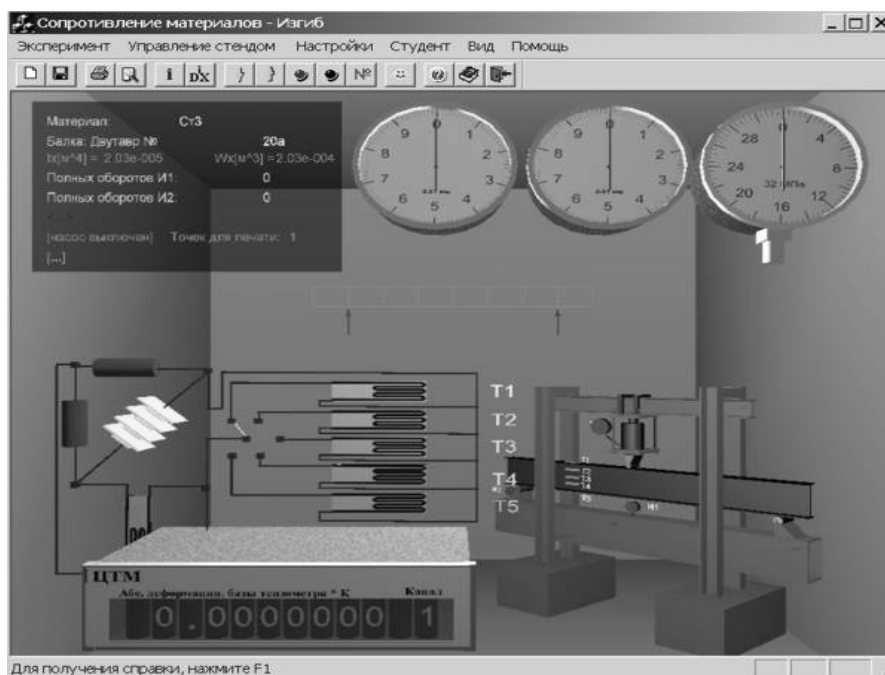


Рис.2. Пример виртуальной лабораторной работы по «Сопромату»

Как недостаток виртуальных работ можно выделить следующие факторы:

1. Студенты не ощущают реальных размеров оборудования и приборов и степени их опасности, работа которых моделируется в процессе занятия, что ухудшает восприятие и подготовку специалистов.

2. Стоимость программного обеспечения для создания современных виртуальных лабораторных работ достаточно высока, что сдерживает их широкое распространение.

Помимо оценки эффективности виртуальных лабораторных работ с педагогической точки зрения, существует острая необходимость анализа экономической целесообразности применения современных информационных технологий в образовании. Особенно в условиях реформы бюджетных учреждений в стране, когда учебные заведения фактически переводятся на полный хозяйственный расчет и вынуждены считать рентабельность всех направлений своей деятельности. Программное обеспечение для создания виртуальных практикумов стоит достаточно дорого, да и специалистов среди преподавательского корпуса по разработке таких работ очень мало. Но и современные лабораторные стенды тоже имеют высокую стоимость, и по ценам могут варьироваться от 300 000 рублей до 1 миллиона рублей за один макет (например, по асинхронному двигателю). Таких в лабораторию необходимо не менее трех-четырех. Всего на одну инженерную дисциплину требуется от 50 до 100 лабораторных стендов, не считая измерительных приборов, блоков питания и осциллографов.

Заключение

К сожалению, в настоящее время нет единых подходов к оценке дидактической эффективности использования виртуальных лабораторных практикумов и отсюда нет объективных данных об использовании их в учебных заведениях. Оценка производится условно, на уровне личностного восприятия таких практикумов преподавателем и его желания включать их в учебный процесс. В настоящем исследовании была сделана попытка количественно и качественно оценить эффективность виртуальных лабораторных практикумов, выявить проблемы и предложить вариант их полноценного применения в сочетании с фактическими лабораторными работами на стендах и действующем оборудовании.

ОГЛАВЛЕНИЕ

РЕГИОНАЛЬНАЯ ПОЛИТИКА ИНФОРМАТИЗАЦИИ. ЭЛЕКТРОННОЕ ПРАВИТЕЛЬСТВО	1
Советов Б.Я., Никандров Н.Д. Россия, Санкт-Петербург, Смольный институт Российской академии образования, Москва, Российская академия образования ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НЕПРЕРЫВНОМ ОБРАЗОВАНИИ	1
Вус М.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН К ВОПРОСУ О РАБОТЕ НАД РЕКОМЕНДАЦИЯМИ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ И ГАРМОНИЗАЦИИ НАЦИОНАЛЬНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА ГОСУДАРСТВ – УЧАСТНИКОВ СНГ В СФЕРЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	11
Зубков Ю.С., Шубина Н.И. Россия, Санкт-Петербург, Комитет по градостроительству и архитектуре Санкт-Петербурга ПЛАНИРОВАНИЕ, РАЗРАБОТКА И ВЕДЕНИЕ ОБЩЕГОРОДСКИХ КЛАССИФИКАТОРОВ ОБЪЕКТОВ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РАМКАХ ОБЩЕГОРОДСКОЙ ПРОГРАММЫ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИСПОЛНИТЕЛЬНЫХ ОРГАНОВ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЛАСТИ	14
Цыбатов В.А. Россия, Самара, Самарский государственный экономический университет МЕТОДЫ И МОДЕЛИ РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ	19
Цыванюк В.А., Тамодин Н.В. Россия, Санкт-Петербург, Научно-исследовательский центр связи ВМФ 24 ЦНИИ МО РФ ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО СОСТАВУ ОБОРУДОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ЛОДОК, НАДВОДНЫХ КОРАБЛЕЙ И УЗЛОВ СВЯЗИ ВМБ ДЛЯ ПРИВЯЗКИ К ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЕ СВЯЗИ ВС РФ.....	25
ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИКИ И ИНФОРМАТИЗАЦИИ	29
Алексеев А.В. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный морской технический университет СИСТЕМНЫЕ АСПЕКТЫ ИНФОРМАЦИОННОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА ОПТИМАЛЬНЫХ ПРОЕКТНЫХ И УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ	29
Афанасьев С.В. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ТРАНСФОРМАЦИЯ IDEF ДИАГРАММ В ДИАГРАММЫ UML	41
Блюм В.С., Рыжиков Ю.И. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ПОДХОД К ОЦЕНКЕ И ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ СЛУЖБ БЫСТРОГО РЕАГИРОВАНИЯ	43
Бочкарев Е.А. Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова О КЛАССИФИКАЦИИ МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ.....	46
Васильев С.А. Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ТИПИЗАЦИИ ВИРТУАЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ..	48
Васюков В.М. Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова ОЦЕНКА СЛОЖНОСТИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ИНТЕРФЕЙСА ВСТРАИВАЕМОЙ СИСТЕМЫ	49

Калачева С.Б. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЦИКЛИЧЕСКИХ ПРАВИЛ В КОНТЕКСТНО-СВОБОДНОЙ ГРАММАТИКЕ	52
Крайнева И.В. Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ БИБЛИОТЕКИ OPENCV ДЛЯ ЗАДАЧИ ПОИСКА ПРОИЗВОЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ В КОЛЛЕКЦИИ РАСТРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	55
Кучеренков К.Л. Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова ПРИМЕНЕНИЕ НЕОДНОРОДНЫХ СЕМАНТИЧЕСКИХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧАХ ИНФОРМАЦИОННОГО ПОИСКА	57
Лукьянова Л.М., Заболотский В.П. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН РЕГУЛЯТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ МЕТОДОЛОГИИ ФОРМИРОВАНИЯ РЕШЕНИЙ ПО ПРОИЗВОДСТВЕННЫМ ОРГАНИЗАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ	61
Малинин А.А. Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова ИЕРАРХИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ВНУТРЕННЕГО ПРЕДСТАВЛЕНИЯ АБСТРАКТНОЙ ФАЙЛОВОЙ СИСТЕМЫ	66
Морозов В.П. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ, ОРИЕНТИРОВАННАЯ НА ЗНАНИЯ ЭКСПЕРТА	69
Павлов А.Н., Потрясаев С.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ПОКАЗАТЕЛИ СТРУКТУРНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ДЕГРАДАЦИИ МОНОТОННЫХ КАТАСТРОФООУСТОЙЧИВЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	73
Потрясаев С.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН РЕЗУЛЬТАТЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОМПЛЕКСНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИЙ И РАСПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСУРСОВ В КОРПОРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ	78
Тимашков А.В. Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ СИСТЕМ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ	86
Федорченко Л.Н. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ПРИВЕДЕНИЕ ТРАНСЛЯЦИОННОЙ ГРАММАТИКИ, ИСКЛЮЧЕНИЕ ПУСТЫХ ПОРОЖДЕНИЙ В ПРАВИЛАХ	89
Харинов М.В., Заболотский В.П. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН АДАПТИВНАЯ РЕГУЛЯРНАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ЦИФРОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ	95
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СЕТИ И ТЕХНОЛОГИИ	101
Путилин А.Н., Хвостунов Ю.С. Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс» КОНЦЕПЦИЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ СЕТИ ДАЛЬНЕЙ РАДИОСВЯЗИ	101

Штубов А.С., Мешалов Р.О. Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс», Санкт-Петербургский центр ОВД Филиала «Аэронавигация Северо-Запада» ФГУП «Госкорпорация по ОрВД» УЧЕТ СВОЙСТВ ТЕЛЕТРАФИКА В ЗАДАЧАХ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ СЕТЕЙ АВИАЦИОННОЙ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ.....	103
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ	108
Волкова А.В. Россия, Санкт-Петербург, ФГУП «Научно-производственное объединение «Импульс» ПОМЕХОЗАЩИЩЁННОСТЬ СИГНАЛЬНО-КОДОВОЙ КОНСТРУКЦИИ НА ОСНОВЕ ТРЕХМЕРНОЙ СИМПЛЕКС-РЕШЁТКИ.....	108
Гришачев В.В., Косенко О.А., Халяпин Д.Б. Россия, Москва, Российский государственный гуманитарный университет ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО КАНАЛА УТЕЧКИ ИНФОРМАЦИИ.....	110
Десницкий В.А., Котенко И.В., Чечулин А.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ПОСТРОЕНИЕ И ТЕСТИРОВАНИЕ БЕЗОПАСНЫХ ВСТРОЕННЫХ СИСТЕМ	115
Котенко И.В., Коновалов А.М., Шоров А.В. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАЩИТЫ ОТ БОТ-СЕТЕЙ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ	121
Молдовяну П.А., Молдовян Д.Н., Гурьянов Д.Ю., Головачев Д.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» КРИПТОСХЕМЫ НАД НЕКОММУТАТИВНЫМИ КОНЕЧНЫМИ КОЛЬЦАМИ ВЕКТОРОВ И ИХ ПОСТРОЕНИЕ.....	133
Молдовян А.А., Молдовян Н.А., Аль-Рахми Р.Я., Синев В.Е. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ» ПОДХОДЫ К СИНТЕЗУ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ БЛОЧНЫХ ШИФРОВ	138
Полонский А.М., Москалева О.И. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения РЕАЛИЗАЦИЯ ПОЛИТИКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ МАЛОЙ КОМПАНИИ	143
ПРАВОВЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАТИЗАЦИИ.....	147
Алексеев С.А., Примакин А.И. Россия, Санкт-Петербург, Научно-исследовательский центр РЭВ ВМФ 24 ЦНИИ МО РФ, Санкт-Петербургский университет МВД России ИНФОРМАЦИОННЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ТРЕНАЖЕРНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ–ОПЕРАТОРОВ АСУ МВД	147
Булдыгина О.С. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России КРИМИНОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРЕСТУПЛЕНИЙ	151
Клишков В.Б. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ ПРЕСТУПНОСТИ В СФЕРЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	154
Козьмовский Д.В., Куватов В.И., Пантиховский О.В. Россия, Санкт-Петербург, Военно-морской институт радиоэлектроники имени А.С.Попова, 24 ЦНИИ МО РФ К ВОПРОСУ О КЛАССИФИКАЦИИ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СЕТЯХ.....	157

Муравьев А.В., Примакин А.И., Селюгина С.В. Россия, Санкт-Петербург, Северо-Западный филиал Российской правовой академии МЮ РФ, Санкт-Петербургский университет МВД России ИСПОЛЬЗОВАНИЕ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ О ЛИЧНОСТИ В СПРАВОЧНО-ИНФОРМАЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ	160
Никишкин А.В., Оськин Ф.Ф. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России ИНФОРМАЦИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПРАВОВОГО СТАТУСА НАЧАЛЬНИКА ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИНСПЕКЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ ГОРРАЙОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ	163
Стурза К.И. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России К ВОПРОСУ О ЗАКЛЮЧЕНИИ ГОСУДАРСТВЕННОГО КОНТРАКТА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ПРОВЕДЕНИЯ ОТКРЫТОГО АУКЦИОНА В ЭЛЕКТРОННОЙ ФОРМЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯМИ ОРГАНОВ ВНУТРЕННИХ ДЕЛ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ	167
Топчиева Т.В. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДОСУДЕБНОГО СОГЛАШЕНИЯ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ ПО ДЕЛАМ О ПРЕСТУПЛЕНИЯХ В СФЕРЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	169
Черепанова Ю.Е. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский университет МВД России К ВОПРОСУ О СПЕЦИФИКЕ ЛИЦЕНЗИОННЫХ ТРЕБОВАНИЙ И УСЛОВИЙ В СФЕРЕ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ	172
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ФИНАНСОВО-КРЕДИТНОЙ СФЕРЫ И БИЗНЕСА	176
Гейда А. С., Лысенко И. В., Силла Е.П. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ КАЧЕСТВА, ПОТЕНЦИАЛА, ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	176
Гейда А. С., Лысенко И. В., Юсупова О.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАСШИРЕННЫХ ГРАФОВЫХ МОДЕЛЕЙ ПРИ АВТОМАТИЗАЦИИ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОТЕНЦИАЛА, ЭФФЕКТИВНОСТИ И РИСКА ПРИ ФУНКЦИОНИРОВАНИИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ	183
Гранкин Б. К., Козлов В. В. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВАНИЯ К ИССЛЕДОВАНИЮ НАДЕЖНОСТИ В УНИКАЛЬНЫХ МЕХАНИЧЕСКИХ ОБЪЕКТАХ ФИЗИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ	192
Гранкин Б.К., Козлов В.В. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ДЕКОМПОЗИЦИОННЫЙ МЕТОД СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ.....	198
Лысенко И.В., Птушкин А.И. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБОСНОВАНИЯ ОБЪЕМА ИНВЕСТИЦИЙ В МОДЕРНИЗАЦИЮ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ	201
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ	207
Александров В.В., Александрова В.В., Зайцева А.А., Хурс С.П. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена ЦИФРОВАЯ ТЕХНОЛОГИЯ 3D ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	207

Заболотский В.П., Нестеров М.Ф., Кондратьев В.В. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОРГАНИЗАЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ПРЕДПРИЯТИЯ СО СЛУЖБОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ	210
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ НА ТРАНСПОРТЕ	213
Вайгандт Н.Ю. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций ОРГАНИЗАЦИЯ ЗАЩИЩЕННОГО КАНАЛА ДАННЫХ В СРЕДЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ	213
Вайгандт Н.Ю. Нырков А.П. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций МЕТАЭВРИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ РАЗМЕЩЕНИЯ КОНТЕЙНЕРОВ В ТРЮМАХ СУДНА	216
Котенко А.Г., Никифорова О.А. Россия, Санкт-Петербург, Петербургский государственный университет путей сообщения ОРГАНИЗАЦИЯ РОЛЕВЫХ ИГР ДЛЯ ПОДГОТОВКИ ОПЕРАТИВНО-ДИСПЕТЧЕРСКОГО ПЕРСОНАЛА	220
Некрасов А.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ МНЕМОСХЕМ ДЛЯ АСУ ТП НА ТРАНСПОРТЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИБЛИОТЕКИ ПРОГРАММИРОВАНИЯ QT	223
Смолкина О.Р. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ОБМЕНА ЦИФРОВЫМИ ДАННЫМИ МОРСКОЙ КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ НАУЧНОЙ И ПРАКТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ	226
Смолкина О.Р. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОРСКОГО ГЕОДЕЗИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНЫХ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ: ГЛОНАСС, GPS, НАВСТАР	229
Юрин И. В. Глущенко Е. А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНТЕРНЕТ ТЕХНОЛОГИЙ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ	233
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ	237
Воронин И.В. Россия, Санкт-Петербург, Балтийский государственный технический университет «ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова ДИЗАЙН ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПЛАНИРОВАНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВЫСШЕМ УЧЕБНОМ ЗАВЕДЕНИИ	237
Вус М.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ПЕРВЫЙ ВСЕРОССИЙСКИЙ СЪЕЗД УЧИТЕЛЕЙ ИНФОРМАТИКИ	238
Журавлев А.Е., Крупенина Н.В., Стальмаков В.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет водных коммуникаций ФОРМАЛИЗАЦИЯ И АЛГОРИТМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ФОРМИРОВАНИЯ РАСПИСАНИЯ ВУЗА	240

Колоколова Л.П. Россия, Республика Башкортостан, Стерлитамак, Стерлитамакская государственная педагогическая академия им. Зайнаб Бишовой ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ОБУЧЕНИЯ В ПРЕПОДАВАНИИ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ И ПРАКТИЧЕСКИХ КУРСОВ РУССКОГО ЯЗЫКА	247
Кутузова Т.Ф., Усикова И.В. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения ИНФОРМАЦИЯ И ЗНАНИЯ: УПРАВЛЕНИЕ ЗНАНИЯМИ И ИНФОРМАЦИОННЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ В УНИВЕРСИТЕТАХ РОССИИ	250
Лаптев В.В., Носкова Т.Н. Россия, Санкт-Петербург, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена ПРЕДМЕТНЫЕ ПОЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ НАУЧНОГО НАПРАВЛЕНИЯ «ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ СРЕДА»	253
Путилин А.Б., Щербак Е.А. Россия, Москва, Московский государственный открытый университет СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПОВЫШЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА УНИВЕРСИТЕТА НА ОСНОВЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	255
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ	258
Блюм В.С., Заболотский В.П. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ТЕХНОЛОГИЯ СБОРА И ОБРАБОТКИ ПЕРВИЧНОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ИНФОРМАЦИИ.....	258
Василевский А.М., Вишневский К.А., Герасимчук Р.П., Дидур М.Д., Комашня А.В., Коноплев Г.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет «ЛЭТИ», Санкт-Петербургский государственный медицинский университет имени академика И.П.Павлова, СПб ГУЗ «Годская Мариинская больница» ИССЛЕДОВАНИЕ СКОРОСТИ ДЕТОКСИКАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ И АДЕКВАТНОСТИ ПРОЦЕДУРЫ ГЕМОДИАЛИЗА ПО УФ СПЕКТРАМ ЭКСТИНКЦИИ ДИАЛИЗАТА.....	262
Вассерман Е.Л., Карташев Н.К. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ПОЛИГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С РЕГИСТРАЦИЕЙ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ И СИНХРОННЫМ СБОРОМ ИНФОРМАЦИИ ВНЕШНИМИ УСТРОЙСТВАМИ.....	266
Денисова Д.М. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН ДИАГНОСТИКА АВТОРИТАРНОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛИЧНОСТИ КАК ФАКТОРА РИСКА ПСИХОСОМАТИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЙ	269
Романов С.П., Алексанян З.А. Россия, Санкт-Петербург, Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Институт мозга человека РАН ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ НЕИНВАЗИВНОЙ ИНТЕГРАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ МОТОРНОЙ СИСТЕМЫ ЧЕЛОВЕКА.....	271
Соломатин В.Ф., Шуваев В.Т. Россия, Санкт-Петербург, Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН О ПОСТРОЕНИИ АВТОИНТЕРВАЛОГРАММ ФРАГМЕНТОВ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ РЕАКЦИЙ НА ПЕРИОДИЧЕСКУЮ СВЕТОВУЮ СТИМУЛЯЦИЮ.....	276
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ	279
Александров В.В., Александрова В.В., Зайцева А.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский институт информатики и автоматизации РАН, Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена ВИРТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТРЕХМЕРНЫХ СЦЕН.....	279

Алешина Д.А., Коробов Н.А. Россия, Иваново, Ивановская государственная текстильная академия ВИРТУАЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБРАЗЦОВ ГРАФИЧЕСКИХ СХЕМ ТРИКОТАЖНЫХ ПОЛОТЕН С ПОМОЩЬЮ МОДУЛЯ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	283
Дроздов В.Н. Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна КОМПЬЮТЕР – УНИВЕРСАЛЬНЫЙ ИНСТРУМЕНТ ДИЗАЙНА	284
Калугян К.Х. Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет ОБ ОПЫТЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ДЛЯ СТУДЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ»	286
Коробов Н.А. Россия, Иваново, Ивановская государственная текстильная академия ПРИНЦИПЫ ОБРАТНОГО ИНЖИНИРИНГА В СИСТЕМАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕКСТИЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ	287
Озерова М.И. Россия, Владимир, Владимирский государственный университет имени А.Г. и Н.Г. Столетовых ДИЗАЙН ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ	288
Райкин Л.И., Райкин И.Л., Сидорук Р.М. Россия, Нижний Новгород, Нижегородский областной центр новых информационных технологий, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОГО ДИЗАЙНА – ПЕРВАЯ СТАДИЯ В СОЗДАНИИ ЦИФРОВОГО ПРОТОТИПА ИЗДЕЛИЯ	289
Сединин В.И., Забелин Л.Ю., Хохлов П.В. Россия, Новосибирск, Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики ПОВЫШЕНИЕ МОТИВАЦИИ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТОВ ПУТЕМ СОЗДАНИЯ СТУДЕНЧЕСКОГО БИЗНЕС-ИНКУБАТОРА	291
Серёдкин А.Н., Михалчева С.Г., Буркина Е.Ю. Россия, Пенза, Пензенская государственная технологическая академия ПРОЦЕСС МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ» С УЧЁТОМ РЕГИОНАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ	294
Романов В.Е., Сидорук Р.М., Райкин Л.И., Соснина О.А. Россия, Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский государственный университет технологии и дизайна, Нижний Новгород, Нижегородский областной центр новых информационных технологий, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ И БАКАЛАВРОВ ПО ПРОФИЛЮ «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ДИЗАЙНЕ»	297
Филиппович Ю.Н., Зеленцов И.А. Россия, Москва, Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана УЧЕБНЫЙ ПРАКТИКУМ ПО РАСПОЗНАВАНИЮ ДРЕВНЕРУССКОЙ СКОРОПИСИ	301
Филиппович А.Ю., Семенова Я.С. Россия, Москва, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова, СИСТЕМА РАСПОЗНАВАНИЯ МИМИКИ ЧЕЛОВЕКА	302
Филиппович Ю.Н., Суслов А.Ю. Россия, Москва, Московский государственный университет печати имени Ивана Федорова, Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана АЛГОРИТМ ЗАХВАТА РУК В ЗАДАЧЕ РАСПОЗНАВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ЖЕСТОВ	302

Хубаев Г.Н. Россия, Ростов-на-Дону, Ростовский государственный экономический университет ДИЗАЙН ОБЪЕКТА: ЭКСПЕРТНОЕ РАНЖИРОВАНИЕ ВАРИАНТОВ.....	303
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ИЗДАТЕЛЬСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ И ПОЛИГРАФИИ	306
Дорогин А.В., Песиков Э.Б. Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского университета технологии и дизайна СТАТИСТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ОЦЕНКИ И УПРАВЛЕНИЯ РИСКОМ ВИРТУАЛЬНОГО ИЗДАТЕЛЬСКО-ПОЛИГРАФИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ	306
Дроздов В.Н., Шефер Е.А. Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского университета технологии и дизайна ЦИФРОВОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБЪЕКТАМИ С БИНАРНЫМ ВХОДОМ	310
Дроздова Е.Н., Шиленкова Н.В. Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна РАБОЧЕГО МЕСТА ВЕРСТАЛЬЩИКА В МАЛОМ ИЗДАТЕЛЬСТВЕ	315
Дроздова Е.Н., Юрченко Н.Д. Россия, Санкт-Петербург, Северо-западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна РЕАЛИЗАЦИЯ СЕРВЕРНОЙ ЛОГИКИ В ВИДЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ НА БАЗЕ СУБД ORACLE	319
Шиков А.Н. Россия, Санкт-Петербург, Северо-Западный институт печати Санкт-Петербургского государственного университета технологии и дизайна ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ЛАБОРАТОРНЫХ ПРАКТИКУМОВ В ПРЕПОДАВАНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ДИСЦИПЛИН	322
ОГЛАВЛЕНИЕ.....	326