

### Содержание

*Редакционный совет журнала:*

Голенков В.А. д.т.н., профессор –  
председатель;  
Борзенков М.И. к.т.н., доцент –  
зам. председателя;  
Гордон В.А. д.т.н., профессор;  
Колчунов В.И. акад. РААСН, д.т.н., профессор;  
Константинов И.С. д.т.н., профессор;  
Поландова Л.И.  
Рядченко С.Ю. д.т.н., профессор  
Садков В.Г. д.э.н., профессор;  
Светкин В.В. к.т.н., доцент;  
Снежко О.А. к.ю.н., доцент;  
Степанов Ю.С. д.т.н., профессор  
Фролова Н.А. к.социол.н., доцент;

*Редакция выпуска:*

Степанов Ю.С. д.т.н., профессор – главный  
редактор  
Константинов И.С. д.т.н., профессор – зам.  
главного редактора;  
Аверченков В.И. д.т.н., профессор;  
Гайндрик К.Г. д.т.н., профессор;  
Еременко В.Т. д.т.н., профессор;  
Коськин А.В. д.т.н., доцент;  
Поляков А.А. д.т.н., профессор;  
Раков В.И. д.т.н., доцент;  
Савина О.А. д.э.н., профессор;  
Сотников В.В. д.т.н., профессор;

Митин А.А. к.т.н., доцент - ответственный  
секретарь;

Константинова Г.А. – технический редактор;  
Мялахов М.Н. – компьютерная верстка

Зарег. в Министерстве РФ по делам печати,  
телерадиовещания и средств массовой  
информации. Свидетельство: ПИ № 77-15496  
от 20 мая 2003 года

Адрес редколлегии серии:  
302020, г. Орел, Наугорское шоссе, 29

Подписной индекс 29504 по объединенному  
каталогу «Пресса России»

© ОрелГТУ, 2008

### Актуальные вопросы создания единого информационного образовательного пространства

<i>Ананьева Е.И.</i> Использование электронных программных средств при проектировании вычислительных систем в процессе обучения .....	5
<i>Антипов Е.В.</i> Развитие технологий асинхронного образования на основе методов мультимедийного аудиовизуального обучения .....	9
<i>Батищев А.В.</i> Проблемы управления качеством образовательных информационных ресурсов .....	12
<i>Берг Д.Б., Порывкин Е.Е.</i> Развитие сферы сопутствующих услуг вуза на базе внутренней расчетно-платежной системы (проект «карта студента») ....	14
<i>Жуков Д.О., Самойло И.В.</i> Использование уравнения Колмогорова для моделирования управления компетенцией учащихся .	20
<i>Ищенко А.Ю., Черницын А.Ю.</i> Создание единого информационного пространства ГОУ СПО Волгоградский технологический колледж .....	27

<i>Карминская Т.Д., Семенов С.П.</i> Интегрированная информационная модель управления современным образовательным учреждением ..	29
<i>Константинова О.В., Суркова Т.В., Переверзева М.Н.</i> Формирование системы показателей для оценки состояния и уровня развития сферы образования в рамках создания единого информационного пространства муниципального образования .....	35
<i>Кормилицына Т.В., Миронова С.М., Соколова С.Н.</i> Проблема применения систем символьной математики в высшей школе .....	42
<i>Костюкова Т.П., Лысенко И.А.</i> Информационно-образовательное пространство современного вуза .....	47
<i>Лачинов С.Ю.</i> Проблемы проектирования и внедрения информационных технологий в профессиональном образовании .....	52
<i>Неудачин И.Г., Рогович В.И.</i> Архитектура портала подготовки к ЕГЭ .....	54
<i>Пилипенко О.В., Музалевская М.А., Горбачев Н.Б., Горштейн Т.В.</i> Информатика в контексте подготовки специалистов инженерного профиля .....	59
<i>Пилипенко О.В., Преснецова В.Ю., Фроленкова Л.Ю., Демина Ю.А.</i> Автоматизированная система оценки рейтинга кафедр и профессорско-преподавательского состава .....	64
<i>Рожков Г.Г., Рыженков Д.В.</i> Разработка и исследование математических моделей адаптивного процесса профессиональной подготовки .....	67
<i>Савва Т.Ю., Савва Ю.Б.</i> Автоматизированная обучающая система для изучения испанского языка «TORO» .....	72
<i>Савва Т.Ю., Финогеева Э.А.</i> Разработка компьютерных мультимедийных обучающих курсов по гуманитарным дисциплинам .....	77
<i>Савина О.А., Стычук А.А., Волков В.Н.</i> Разработка информационной справочно-картографической Интернет-системы по русскому языку ..	80
<i>Сазонов М.А., Залюбовский А.Е., Новиков Д.А.</i> Автоматизированная информационная система кафедры высшего учебного заведения .....	87
<i>Светкин А.В., Савва Ю.Б.</i> Автоматизированная система создания и управления школьными web-сайтами .....	91
<i>Семина М.А.</i> Роль информационных технологий в процессе математической подготовки инженеров .....	98
<i>Терентьев С.В.</i> Реализация деловых производственных игр в распределенной вычислительной среде информационных систем ....	105
<i>Топоркова О.М.</i> Многослойная модель распределенной информационной системы организации учебного процесса в вузе .....	108
<i>Чернякова Т.В.</i> Подготовка педагогов профессионального образования в области ИКТ как элемент создания единого образовательного пространства .....	114

## Проектирование и внедрение распределенных телекоммуникационных систем и структур управления

<i>Авдеев А.А., Смирнов К.А.</i> К вопросу оптимизации структуры транкинговых сетей подвижной связи с использованием геоинформационных технологий.....	117
<i>Авдеев А.А., Смирнов К.А.</i> Пути оптимизации алгоритмов синтеза структуры транкинговых сетей подвижной связи с использованием геоинформационных технологий.....	123
<i>Аверченков А.В., Леонов Е.А., Кравцов Д.В.</i> Разработка автоматизированной системы мониторинга и анализа распределенной информации в сети Интернет на основе мультиагентной стратегии.....	127
<i>Аверченков В.И., Рытов М.Ю., Рудановский М.В.</i> Разработка САПР комплексных систем защиты информации информационных систем .....	134
<i>Батенков А.А., Батенков К.А.</i> О формировании сигнальных созвездий для телекоммуникационных систем .....	137
<i>Батенков А.А., Ковальский С.П.</i> Математическая модель системы неравномерного кодирования с учетом двоичного симметричного канала связи .....	143
<i>Беликов Ю.Н., Лысанов И.Ю.</i> Методика исследования надежности систем со сложной структурой .....	148
<i>Белоусова Е.А., Грибановская Н.В., Картавцева С.Н., Савва Т.Ю., Черникова С.И.</i> Обеспечение комплексной защищенности информационных ресурсов, как задача информационного менеджмента .....	153
<i>Богачев А.Г., Двилянский А.А., Королев А.В., Косухин А.С.</i> Общие подходы к анализу эффективности использования радиочастотного спектра .....	156
<i>Богачев А.Г., Королев А.В., Великих А.С.</i> Оптимизация процедур обслуживания в многофункциональном центре обработки вызовов.....	159
<i>Боровский А.С.</i> Фрагмент модели базы знаний действия сил охраны по защите объекта.....	165
<i>Быстрикова В.А.</i> Оценка эффективности функционирования одномерного сетевого кластера .....	171
<i>Войцеховский А.И.</i> Оценка устойчивости сетей связи .....	177
<i>Гладких А.П.</i> Метод вероятностной оценки эффективности многоадресной рассылки в компьютерных сетях .....	182
<i>Еременко В.Т., Озаренко О.В.</i> Имитационная модель процессов информационного обмена .....	187
<i>Жолнерун А.В.</i> Практические аспекты реализации защиты персональных данных .....	191
<i>Жуков Д.О., Алёшкин А.С.</i> Применение уравнения Колмогорова и перколяционных моделей для описания динамики обработки и передачи стохастических данных в сетях со случайной топологией.....	195

<i>Климанов В.П., Ермаков А.А.</i> Комплексная оценка надежности сетевого кластера .....	201
<i>Лабунец А.М., Осипцов Д.Л.</i> Предложения по методике проектирования IP-сетей .....	208
<i>Ляпин Н.Р.</i> Хранилище журналов выполнения бизнес-процессов в электронном документообороте .....	211
<i>Миронов А.Е., Королев А.В., Гарбар Т.П., Тихомиров Е.А., Сарсенгалиев Б.Ю.</i> Моделирование процесса обслуживания гетерогенной нагрузки в мультисервисных сетях связи силовых структур .....	214
<i>Мишин Д.С., Третьяков О.В.</i> Некоторые особенности реагирования на неправомерный доступ к компьютерной информации .....	218
<i>Новиков С.В., Артемов А.В., Дмитриенко П.В.</i> Объектно-ориентированная модель данных интернет-представительства организации .....	223
<i>Овсянкин С.В., Тукелев А.В., Молчанов И.Н.</i> Анализ современного состояния и путей повышения помехоустойчивости приема итеративно декодируемых кодов .....	230
<i>Парамохина Т.М.</i> Способы и приемы оценки соответствия реализаций протоколов информационного обмена .....	236
<i>Попов В.В.</i> Методика определения координат источников несанкционированного излучения в системах спутниковой связи .....	240
<i>Радыгин В.М., Бочков П.В., Немчинов В.И.</i> О повышении эффективности использования механизмов разграничения доступа в корпоративных информационно- вычислительных сетях .....	247
<i>Саитов И.А., Миронов А.Е., Василевский Д.В., Гарбар Т.П., Исен А.Б.</i> Исследование сетей связи силовых структур на основе универсальных интегрированных телекоммуникационных платформ....	253
<i>Суханов С.И.</i> Применение N – way анализа к исследованию спутниковых изображений .....	259
<i>Филякин А.А.</i> Вариант построения сетей доступа в районах, не оборудованных в отношении связи стационарными средствами .....	262
<i>Фомин А.А.</i> Информационная безопасность виртуальной среды .....	268
<i>Фролов А.И.</i> О возможностях применения традиционных механизмов обеспечения качества обслуживания в современных распределенных информационных системах .....	272
<i>Халимон В.И., Смирнов А.В.</i> Прогнозирование загрузки ЭВМ, входящих в корпоративные вычислительные сети .....	280
<i>Ципорин П.И., Карминская Т.Д.</i> Использование электронных административных регламентов для эффективного информационно-методического обеспечения системы управления качеством образования в Югре .....	286

## АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

УДК 372.862

АНАНЬЕВА Е.И.

### ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ ОБУЧЕНИЯ

Clause reflects aspects of use of electronic manuals during training.  
Opens communication between quality of development of such type of  
grants and improvement of quality of formation.

На наш взгляд, основным критерием, подтверждающим эффективность использования электронного учебного пособия «Дискретная математика», является положительное изменение качества образования. Электронное учебное пособие содержит изложение всего курса дискретной математики, оно разделено на модули (теория множеств, булевы функции, графы). В учебное пособие входит теоретический блок, практические задания, примеры решения заданий, задания к лабораторным работам, расчетно-графическое задание, вопросы для проверки и самопроверки, тесты для проверки и самопроверки. Пособие включает в себя множество иллюстраций, рисунков, схем, таблиц, а также словарь основных терминов, список литературы.

Основной целью производимой оценки является выявление показателей качества разработанного пособия, расчет эффективности и достоверности полученных результатов в ходе экспериментальной работы.

Нами проведена проверка эффективности компьютерной реализации модульного обучения студентов дискретной математике по показателям: программно - техническая реализация, методическая реализация, психолого-эргономические аспекты.

В ходе работы выявлены положительные и отрицательные аспекты электронного учебного пособия, отношение студентов к нему и реальные возможности, которые помогают студенту при подготовке к занятиям.

Произведем оценку учебного пособия «Дискретная математика» с помощью системы критериев. Проведем экспериментальную работу по оценке учебного пособия «Дискретная математика». Первым шагом оценим пособие по программно-технической реализации.

1. Составляем таблицу показателей оценки и расставляем соответствующие им весовые коэффициенты.

2. Рассчитаем показатели качества учебного пособия по каждой характеристике и на их основе – итоговую оценку:

$$P_{\text{коб}} = \sum_{i=1}^n Pk_i / 100$$

В результате расчетов получены следующие данные: учебное пособие «Дискретная математика»  $P_{\text{коб}} = 2,1$ .

Вторым шагом - оценим по методической обоснованности.

1. Составляем таблицу характеристик (показателей) оценки и расставляем соответствующие им весовые коэффициенты.

2. Рассчитаем показатели качества УПДМ по каждой характеристике и на их основе – итоговую оценку:

$$P_{\text{коб}} = \sum_{i=1}^n Pk_i / 100$$

В результате расчетов получены следующие данные:  $P_{\text{коб}}=1,75$

Третьим шагом будет оценка по психолого-эргономическому критерию.

1. Составляем таблицу характеристик оценки и расставляем соответствующие им весовые коэффициенты.

2. Рассчитываем показатели качества УПДМ по каждой характеристике и на их основе – итоговую оценку:

$$P_{\text{коб}} = \sum_{i=1}^n Pk_i / 100 \cdot$$

В результате расчетов получены следующие данные: учебное пособие «Дискретная математика» -  $P_{\text{коб}}=1,86$ . Четвертым шагом вычислим интегральный показатель качества

$$\text{учебного пособия } ИПк_1 = \sum_{i=1}^n Pk_i \cdot W_i \cdot$$

Весовые коэффициенты для каждого из трех параметров приняты, соответственно: 0,15; 0,55; 0,3.

Для учебного пособия «Дискретная математика»:

$$ИПк_2 = 2,07 \cdot 0,15 + 1,75 \cdot 0,55 + 1,86 \cdot 0,3 = 1,831.$$

Из полученных результатов видно, что реализация всех трех критериев (программно-техническая реализация, методическая (педагогическая) обоснованность, психолого-эргономические аспекты) в учебном пособии («Дискретная математика») достаточно высок.

Таким образом, анализируя результаты, полученные по данной методике, можно сделать вывод о том, что данное программное средство учебного назначения может быть использовано для решения конкретной цели обучения.

Проведем оценку достоверности результатов. Основным свойством педагогических процессов является их вероятностный характер (при данных условиях они могут произойти, реализоваться, но могут и не произойти).

В строгом научном эксперименте принято добиваться не менее, чем 95%-ной достоверности, хотя в ряде случаев оправдан и 50%-ный уровень.

Для малых по объему выборок (что чаще всего и имеет место в педагогическом эксперименте) эта зависимость исследована английским математиком Стьюдентом (Госсетом).

Докажем корректность предложенных методик оценки качества учебного пособия «Дискретная математика».

Цель работы - показать, как влияет на учебный процесс применение электронного учебного пособия «Дискретная математика». Оценим обучение с помощью учебного пособия «Дискретная математика» с интегральным показателем - 1,831.

Проводим срез начального уровня подготовленности студентов к изучению дискретной математики. Анализируя полученные результаты, видим, что средний балл экспериментальной группы на начальном этапе составляет 3,9, а средний балл контрольной группы на начальном этапе составляет 3,8.

Произведем расчет степени и прочности усвоения учебного материала. Степень усвоения характеризуется оценками (баллами), полученными студентами группы при заключительной проверке. Анализируя полученные результаты, видим, что средний балл экспериментальной группы при заключительной проверке составляет 4,3, а средний балл контрольной группы при заключительной проверке составляет 3,7.

Вычислим эффективность применения учебного пособия при модульном обучении студентов по отношению к традиционному обучению, при расчете степени усвоения полученных знаний.

$$\Theta = \frac{S_a}{S_o} = \frac{94}{74} = 1,27 \approx 1,3 \quad (1)$$

Из расчетов видно, что эффективность применения учебного пособия «Дискретная математика» по отношению к традиционному обучению, в степени усвоения полученных знаний составляет 1,3.

Оценим достоверность полученных результатов:

1. Для экспериментальной группы

а) средний балл  $\bar{X} = 4,3$ ;

б) средняя квадратичная ошибка среднего  $\sigma_{\text{ср}} = 0,14$ ;

в) задаемся 95% достоверностью и по таблице Стьюдента находим коэффициент  $\alpha = 2,08$

г) доверительный интервал  $\Delta X_{\text{дов}} = 0,32$

д) результат среза  $X = (4,3 \pm 0,32)$ . Значит, результат аналогичного повторного среза в этой группе будет с 95% вероятностью лежать в этой области (от 3,9 балла до 4,6 баллов).

2. Для контрольной группы

а) средний балл  $\bar{X} = 3,7$ ;

б) средняя квадратичная ошибка среднего  $\sigma_{\text{ср}} = 0,18$ ;

в) задаемся 95% достоверностью и по таблице Стьюдента находим коэффициент  $\alpha = 2,09$ ;

г) доверительный интервал  $\Delta X_{\text{дов}} = 0,37$ ;

д) результат среза  $X = (3,7 \pm 0,37)$ . Значит, результат аналогичного повторного среза в этой группе будет с 95% вероятностью лежать в этой области (от 3,33 балла до 4,1 баллов).

Ввиду того, что прочность усвоения характеризуется стабильностью оценок, полученных студентами при двух проверках: сразу по окончании обучения и спустя некоторое время, нами были сделаны две проверки, результаты оказались следующими: средний балл экспериментальной группы при первой проверке составляет 4,2, а средний балл контрольной группы при первой проверке составляет 3,9.

Вычислим эффективность применения учебного пособия при модульном обучении студентов по отношению к традиционному обучению при расчете прочности знаний на первом срезе.

$$\Theta = \frac{S_a}{S_o} = \frac{92}{78} = 1,18 \approx 1,2 \quad (2)$$

Из расчетов видно, что эффективность применения учебного пособия «Дискретная математика» по отношению применения традиционного обучения, при расчете прочности знаний на первом срезе, составляет 1,2

После проведения среза знаний спустя учебный семестр после окончания обучения мы получили - средний балл экспериментальной группы при проверке спустя промежуток времени составляет 4,0, а средний балл контрольной группы при проверке спустя промежуток времени составляет 3,5.

Вычислим эффективность применения учебного пособия «Дискретная математика» по отношению к традиционному обучению, при расчете прочности знаний на втором срезе.

$$\Theta = \frac{S_a}{S_o} = \frac{92}{70} = 1,27 \approx 1,3 \quad (3)$$

Из расчетов видно, что эффективность применения модульного обучения с использованием учебного пособия «Дискретная математика» по отношению применения традиционного обучения, при расчете прочности знаний на втором срезе, составляет 1,3.

Результат аналогичного повторного среза в этой группе будет с 95% вероятностью лежать в этой области (от 3,3 балла до 3,7 баллов). Вычислим коэффициент оценки (уровня знаний) по формулам.

$$K_o = \frac{K_{ИТО}}{K_T} = \frac{4,1}{3,5} = 1,17 \approx 1,2 \quad (4)$$

Из расчетов видно, что значение коэффициента больше единицы, следовательно, применение учебного пособия при модульном обучении студентов по отношению к применению традиционного обучения, эффективнее в 1,2 раза.

Выигрыш в эффективности обучения (успеваемости) оценивается отношением среднего балла  $U_a$  групп, обучающихся по учебному пособию (экспериментальных групп), к среднему баллу  $U_o$  групп, обучающихся по традиционному методу (контрольных групп), то есть

$$K_y = \frac{U_a \pm U}{U_o} = \frac{4,27 - 0,15}{3,7} = 1,11. \quad (5)$$

Так как сравниваются группы с различной успеваемостью, то, учитывая разницу в степени их подготовки, вводим поправку на разность средних баллов в предыдущем семестре  $\pm U$  и принимаем  $U = 0,15$ . Из расчетов видно, что выигрыш в эффективности обучения с применением учебного пособия равен 1,11.

Ввиду того, что модульное обучение с использованием электронного учебного пособия эффективнее традиционного обучения, можно утверждать, что рассматриваемые методики корректны с точки зрения оценки качества учебного пособия. В связи с чем, анализируя полученные результаты, можно говорить о том, что применение модульного обучения с использованием электронного учебного пособия в учебном процессе повышает качество образования студентов, благотворно влияет на психическое состояние студентов и способствует развитию творческих способностей студентов, учит их самоорганизации, самоконтролю, положительно влияет на подготовку конкурентоспособных специалистов в данной области.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вихман, В.В. К вопросу о требованиях, предъявляемых к обучающим программным средствам [Текст] / В.В. Вихман // Сб. науч. тр.; под ред. И.М. Бобко. – Новосибирск : Изд-во Новосиб. гос. ун-та, 2002. - С. 25-30.
2. Бобко, И.М. Адаптивные педагогические программные средства [Текст] / И.М. Бобко, В.Г. Кауров, Н.И. Собакинских. – Новосибирск: Изд-во МГУ, 1991. - 101с.
3. Беспалов, П.В. Компьютерная компетентность в контексте личностно ориентированного обучения [Текст] / П.В. Беспалов // Педагогика. - 2003. - №4. - С.41-46.
4. Гершунский, Б. С. Компьютеризация в сфере образования: проблемы и перспективы [Текст] / Б.С. Гершунский. - М.: Педагогика, 1987. – 342с.
5. Гусев, В.В. Информационные технологии в образовательном процессе вуза [Текст] / В.В. Гусев, П.И. Образцов, В.М. Щекотихин. – Орел : Изд-во ВИПС, 1997. - 126с.
6. Кирьякова, А.В. Информатизация образования: аксиологический аспект [Текст] / А.В.Кирьякова, В.А. Красильникова // Вестник ОГУ. - 2002.- №4. – С. 8-12.
7. Машбиц, Е.И. Психолого-педагогические проблемы компьютеризации обучения [Текст] / Е.И. Машбиц. - М.: Педагогика, 1988. - 450 с.
8. Goldschmidt, V. Modular instruction in Higher Education [эл.ресурс] / V. Goldschmidt, M. Goldschmidt //Higher Education.- 1972. - №2.

**Ананьева Елена Ивановна**

Старший преподаватель кафедры вычислительной техники, к.п.н.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург

8(3532) 62-31-85

E-mail: ananeva\_ei@mail.ru

УДК 681.518 (075.8)

АНТИПОВ Е.В.

## РАЗВИТИЕ ТЕХНОЛОГИЙ АСИНХРОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ МУЛЬТИМЕДИЙНОГО АУДИОВИЗУАЛЬНОГО ОБУЧЕНИЯ

The article describes the methodic of asynchronous educational technologies development on the basis of multimedia audiovisual learning. The necessity of wide using of education automation and emotional effects in learning is founded under increased information flow and higher psychic loadings of social reformation. The available and fast means of audiovisual lectures creating and asynchronous audiovisual testing with the help of multimedia are proposed. The perspectives of education form and quality development are shown.

Информационный обмен является необходимым условием устойчивого развития человечества как системы. Непрерывность и качество информационного обмена обеспечиваются автоматизацией технологий получения, обработки и распространения информации. В соответствии с принципами автоматизации образование, как система информационного обмена человечества, должно идти по пути максимального упрощения и ускорения передачи знаний, используя все последние достижения как в области технологий обработки объекта передачи (информации) – вычислительные технологии, так и в области обработки субъекта передачи (человека) – различные психофизические методы активизации связей сознания с подсознанием.

Бурное развитие средств массовой информации и информационных технологий привело к количественному и качественному изменению *предмета* обучения, увеличившему нагрузку на психику как *объектов* обучения (студентов), так и *субъектов* обучения (преподавателей). В связи с изменением объектов, субъектов и предмета обучения образовательные технологии, основанные на старых теориях, в современных условиях оказываются малоэффективными и возникает необходимость разработки новых образовательных технологий, основанных на более глубоком исследовании психики человека и автоматизации процессов обработки и передачи информации.

В процессе автоматизации традиционное *синхронное* обучение, требующее совпадения обучающего и обучаемого во времени и пространстве, преобразуется в *асинхронное* обучение, при котором обучаемый встречается с виртуальным обучающим (его записью) в виртуальном пространстве в любое время, в любом месте, реализуя, таким образом, один из принципов дистанционного обучения. При этом обучение остается, в принципе, очным (от слова «очи»), так как и обучаемый и обучающий могут и видеть, и слышать друг друга, но не одновременно, а асинхронно.

Современная психология показывает, что человеческое подсознание способно усваивать всю информацию, поступающую по каналам восприятия. Но извлечь эту информацию можно лишь по каналам связи подсознания с сознанием, для создания которых служат *эмоциональные импульсы*, привлекающие сознание к объекту восприятия.

В соответствии с принципами нейролингвистического программирования наибольшая эффективность передачи информации достигается при задействовании всех информационных каналов – аудиальных, визуальных и кинестетических (тактильных, обонятельных, вкусовых). Идеальный тренажер при этом выглядит как аппаратно-программный симулятор виртуальной реальности, управляющий нужным образом движениями обучаемого, аудиально комментирующий эти действия и визуализирующий весь процесс, используя эмоциональные импульсы по всем трем каналам для активизации сознания и создания связей его с подсознанием. Такие тренажеры уже разрабатываются, и

соотношение цена/качество их постоянно улучшается, как во всей отрасли информационных технологий.

Современное развитие компьютерных технологий большинства вузов позволяет перейти от традиционного бумажного и текстового уровня асинхронного обучения на уровень более активного *аудиовизуального* обучения на базе учебно-методического видеокомплекса (ВидеоУМК), сохраняющего структуру традиционного УМК из аудиовизуального курса лекций и практикума, которые могут находиться в компьютерном классе общего доступа или на веб-сайте института. Для контроля знаний предлагается также видеотестирование и видеоэкзамены, представляющие собой самостоятельно сделанные студентами видеоответы на вопросы и записи процесса выполнения заданий, которые могут сдаваться преподавателю на электронных носителях или присылаться по электронной почте, сжатые до состояния, достаточного для идентификации голоса и лица, возможно, в формат мобильных телефонов **3gp** с помощью конвертера (например, `Im-Too_3gp_converter`) и проигрывателя (`mpegablePlayer`). Видеозаписи могут быть сделаны двумя способами – либо с помощью видеокамеры (вебкамеры) – непосредственная запись реальных объектов, либо видеозапись виртуальных копий реальных объектов (фотографий, рисунков, схем) с экрана монитора компьютера, сопровождаемая звуковым комментарием – с помощью специальных программ записи экрана. Самый простой способ создания аудиовизуальной лекции – добавить в визуальную презентацию (например, в программе MS PowerPoint) звуковые файлы-комментарии к каждому слайду. Очевидно, что первый вариант используется при отсутствии пригодных виртуальных копий реальных объектов, так как второй вариант имеет больше преимуществ по материальным затратам, по качеству видеозаписей и их размерам, что имеет большое значение для дистанционного обучения на базе сети Интернет. Программы записи экрана записывают все, что отображается на экране монитора и звучит при этом в микрофон. Достаточно иметь наглядный материал в своем компьютере – и вы можете легко записать видеолекцию, при необходимости используя в качестве традиционной доски любой графический редактор. Учитывая, что во многих предметных областях все больше используется компьютерных программ, с программой записи экрана будет гораздо проще объяснять методику работы с ними. Среди таких программ можно выделить `uvScreenCamera`, которую можно бесплатно получить с сайта разработчиков `uvsoftium.com`. Она позволяет записывать все, что происходит на экране, включая движения курсора мыши, нажатие клавиш клавиатуры и звук, в компактный файл с расширением `exe`, открывающийся на любом компьютере без дополнительных установок. Программа обладает простым интерфейсом и не имеет особых требований к аппаратному и программному составу компьютера.

Можно записывать аудиовизуальные лекции непосредственно во время проведения лекций с визуальными презентациями, если при этом вести звукозапись (стандартной программой ОС Windows или MP3-плеером) и добавлять ее потом в *статичные* визуальные презентации, либо использовать программу записи экрана и звука для *динамичных* визуальных презентаций, затрачивая, таким образом, минимум времени на создание простейшего аудиовизуального курса. При этом отмечу, что существующие программы проецирования экрана преподавательского компьютера на компьютеры студентов (в частности, NetOp) позволяют проводить презентации в гораздо более удобном для восприятия виде, чем при использовании больших экранов или проекторов, равных по стоимости компьютерному классу, который гораздо функциональнее них. Видеокурс в дальнейшем можно совершенствовать с помощью программ-видеоредакторов (Windows Movie Maker, Pinnacle Studio, Adobe Premier), повышая его эмоциональное воздействие на обучаемых чередованием сцен, музыкальным сопровождением, спецэффектами, превращая его в драматическое произведение по силе воздействия, а следовательно, и усвоения материала. Аудиовизуальные практикумы, повышая свою интерактивность на основе Flash-технологии, должны превратиться в увлекательные игры с мощным активизирующим сознание действием.

Вот на такую творческую работу преподавателя и будет уходить время, освобождающееся благодаря замене синхронного обучения асинхронным. Образно говоря, к сегодняшнему образованию театрального вида, когда преподаватель играет свою роль вживую, должно добавиться образование кинематографического интерактивного вида с его массовостью, конкуренцией и, следовательно, высоким качеством (со своими кинозвездами и блокбастерами) и вознаграждением.

Переход на асинхронное аудиовизуальное обучение позволяет повысить качество самостоятельной работы студентов и увеличить ее долю относительно аудиторной работы, что приведет к снижению нагрузки на аудиторный и, вообще, материальный фонд и административные службы вузов. С другой стороны, асинхронное обучение вызовет увеличение доли научно-методической работы относительно аудиторной в нагрузке преподавателей, что должно привести к бурному развитию научно-образовательных технологий и, аналогично научно-технической революции XX века, к научно-образовательной революции XXI века, о необходимости которой так много говорили информатики, и которая давно назрела, так как «низы» (студенты) уже не хотят учиться устаревшим технологиям по устаревшим технологиям, а «верхи» (преподаватели) уже не могут обучать как физически, не успевая обрабатывать нарастающий поток информации, так и психологически, осознавая свою неактуальность.

**Антипов Евгений Васильевич**

Доцент кафедры общенаучных дисциплин, к.т.н.

Кемеровский государственный сельскохозяйственный институт, г. Кемерово

Тел.: +7(913)437-05-51

E-mail: z-h-e-n-y-a@list.ru

УДК 004.053:37.01

БАТИЩЕВ А. В.

## ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ

The article deals with organizational-methodical problems of management of educational information resources; informal descriptions of categories of “educational information resources” and “quality of information resources” are given.

В последние годы рост числа обучающихся по технологиям открытого и дистанционного обучения опережает рост числа студентов очной формы обучения. Также наметилась тенденция к более широкому использованию дистанционных технологий в процессе организации очного и очно-заочного обучения. Несомненно, все вышеперечисленное наряду с повсеместной компьютеризацией и подключением образовательных учреждений к глобальной сети, увеличением числа пользователей Интернет, снижением стоимости и повышением качества подключения к глобальной сети, приводит к большей информационной открытости и доступности предоставляемых образовательных услуг системы образования РФ. Однако для того чтобы говорить о готовности перехода существующей системы образования к системе открытого образования, необходимо перейти на качественно новый уровень подготовки образовательных информационных ресурсов (ОИР).

Информационные ресурсы – в соответствии с Федеральным Законом «Об информации, информатизации и защите информации» от 27 июля 2006 года – отдельные документы и отдельные массивы документов, документы и массивы документов в информационных системах: библиотеках, архивах, фондах, банках данных, других видах информационных систем [4]. В широком смысле информационные ресурсы – совокупность данных, организованных для эффективного получения достоверной информации. Таким образом, образовательные информационные ресурсы – совокупность данных в отдельных документах и отдельных массивах документов, документах и массивах документов, организованных в информационных системах, для удовлетворения образовательных потребностей пользователей информационной системы.

Как показывает анализ литературы, в настоящее время в российском сегменте глобальной сети создано множество различных образовательных информационных ресурсов, при разработке которых часто не уделялось должного внимания вопросам качества образовательных информационных ресурсов. В результате сложилась ситуация, когда даже образовательные информационные ресурсы ряда федеральных образовательных порталов являются невостребованными пользователями, хотя причиной последнего является не только некачественная подготовка ОИР, но и отсутствие эффективной системы представления и доставки соответствующего ресурса пользователю.

По нашему мнению, категорию «качество ОИР» необходимо рассматривать как совокупность качественных и количественных характеристик ОИР на всех этапах его жизненного цикла. Таким образом, эффективное управление жизненным циклом ОИР будет определять качество ОИР. Данное утверждение особенно актуально для ряда динамично развивающихся отраслей знаний и дисциплин, таких, например, как менеджмент, право, информационные технологии, исследование систем управления, экономико-математическое моделирование и т.д, когда педагогам и разработчикам приходится непрерывно совершенствовать ОИР: разрабатывать дополнительные дистрибутивы или патчи для обновления старых версий ОИР, создавать новые версии ОИР.

При управлении жизненным циклом ОИР необходимо уметь оценивать его качественные и количественные показатели (трудоемкость и стоимость различных работ по раз-

работке, сопровождению и эксплуатации ОИР), что возможно только с помощью специально разработанного комплекса формальных моделей.

Жизненный цикл ОИР, с одной стороны, содержит группы процессов создания системы (договорные процессы, процессы предприятия, проектные процессы, технические процессы, специальные процессы), предусмотренные стандартом ISO/IEC 15288 [3], а с другой стороны, в структуру жизненного цикла ОИР следует включать те же этапы, что и в жизненный цикл любого программного обеспечения (возникновение и исследование идеи; анализ требований и проектирование; программирование; тестирование и отладка; ввод программы в действие; эксплуатация и сопровождение; завершение эксплуатации) [1,2].

Важной особенностью жизненного цикла ОИР является педагогическое назначение разработок ОИР и, следовательно, наличие в большинстве этапов жизненного цикла ОИР процессов педагогического проектирования. Помимо этого процессы разработки и эксплуатации ОИР подвергаются значительно большему, чем программное обеспечение, нормативно-правовому и административному контролю.

В связи с этим, по нашему мнению, для разработки комплекса формальных моделей оценки качественных и количественных характеристик ОИР на всех этапах его жизненного цикла необходимо привлекать как можно более широкий круг специалистов (программистов, преподавателей, администраторов образовательного процесса и т.д.). Использование такого подхода может обеспечить педагогов (разработчиков) ОИР необходимым инструментарием для эффективного управления жизненным циклом ОИР, что в конечном итоге приведет к повышению его качества.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Глоссарий.ru: Жизненный цикл программного обеспечения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl\\_sch2.cgi?RGontlt;p!.oqr!vwujwgsstuju!uhlxlvt9](http://www.glossary.ru/cgi-bin/gl_sch2.cgi?RGontlt;p!.oqr!vwujwgsstuju!uhlxlvt9)
2. ГОСТ Р ИСО/МЭК 12207-99 Информационная технология. Процессы жизненного цикла программных средств [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.skonline.ru/doc/37301.html>
3. Стандарты и методологии в жизненном цикле программного обеспечения информационных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.osp.ru/cio/2001/10/171950/\\_p3.html](http://www.osp.ru/cio/2001/10/171950/_p3.html)
4. Федеральный закон «Об информации, информатизации и защите информации» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.internet-law.ru/law/inflaw/inf.htm>

**Батищев Александр Витальевич**

Зав. отделом по работе с удаленными представительствами факультета дистанционного обучения, к.э.н.

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Тел.: + 7(4862) 41 - 67 - 33

E-mail: [batishchev@ostu.ru](mailto:batishchev@ostu.ru)

УДК 330.47:001.891.573

БЕРГ Д.Б., ПОРЫВКИН Е.А.

## **РАЗВИТИЕ СФЕРЫ СОПУТСТВУЮЩИХ УСЛУГ ВУЗА НА БАЗЕ ВНУТРЕННЕЙ РАСЧЕТНО-ПЛАТЕЖНОЙ СИСТЕМЫ (ПРОЕКТ «КАРТА СТУДЕНТА»)**

The article is devoted to the modern ways of decision the problems of development of the nonlearning sphere in a higher educational institution. The concept of application of the internal settlement - payment system as a variant to make relations between the university and the serving organizations more effective is submitted. Opportunities of the internal settlement - payment system in stimulation of the development of sphere of social services are shown. Financial streams in system are appreciated. Prospects of introduction of the internal settlement - payment system and the questions subject to the further detailed development are considered.

### **Введение**

Основной задачей высшего учебного заведения является предоставление образовательных услуг. В рамках функционирования высшего учебного заведения, помимо учебного процесса, существует множество сопутствующих услуг: предоставление мест в студенческих общежитиях, организация питания студентов, информационные услуги, организация досуга студентов. От их качества во многом зависит эффективность учебного процесса. Разнообразие сопутствующих услуг не позволяет ВУЗу самостоятельно полностью удовлетворять существующие потребности студентов и преподавательского состава. Поэтому существует объективная необходимость вынесения части сопутствующих услуг на аутсорсинг и взаимодействия с соответствующими сторонними организациями. Как правило, данные организации выступают как арендаторы площадей по отношению к ВУЗу.

Положение арендатора в ВУЗе является противоречивым. С одной стороны, арендатор удовлетворяет те потребности студентов, которые ВУЗ самостоятельно обеспечить не в состоянии, с другой стороны, в результате своей деятельности он, как коммерческое предприятие, получает прибыль. ВУЗ справедливо может претендовать на часть полученной прибыли, т.к. обеспечивает арендатору стабильный клиентский поток. В то же время арендатор оплачивает только фиксированную сумму арендной платы, размер которой не связан напрямую с объемами оказываемых услуг, в отличие от принципа применения «Горной ренты».

В сложившейся ситуации происходит смещение интересов ВУЗа от стремления обеспечить студентов и преподавательский состав качественными услугами в необходимом объеме в сторону максимизации дохода от арендной платы.

Одно из решений данной проблемы может заключаться в организации внутренней расчетно-платежной системы с использованием современных информационных технологий.

Целью настоящей статьи является иллюстрация возможностей внутренней расчетно-платежной системы ВУЗа в стимулировании развития сферы сопутствующих услуг.

В данной работе в качестве примера взят ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет-УПИ».

## Концепция организации создания и внедрения в ВУЗе внутренней расчетно-платежной системы

В настоящее время ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет» насчитывает 6 учебных корпусов, на территории которых расположены 5 столовых, 5 центров копировальных услуг, 7 киосков с продуктами питания, 4 киоска с канцелярскими товарами. Проведенные исследования показали, что существующих точек оказания сопутствующих услуг недостаточно. Качество оказания услуг нередко вызывает нарекания. В течение нескольких лет наблюдается тенденция сокращения числа точек, оказывающих сопутствующие услуги на территории университета. В то же время большинство расположенных вокруг университета кафе и закусочных, салонов копировальных услуг и компьютерных клубов ориентированы именно на студентов.

Отношения, сложившиеся в настоящее время между ВУЗом и предпринимателями, фокусируются, как правило, на величине арендной платы. Причем интересы сторон оказываются противоречивыми. ВУЗ заинтересован в максимизации этой платы, предприниматель – в минимизации. Владельцы киосков, закрывшихся за последний год в ВУЗе, в качестве основной причины называли именно высокую арендную плату. Возможности студентов в получении услуг сократились. При этом их мнения никто не спрашивал, хотя и ВУЗ, и предприниматели-арендаторы существуют именно за счет студентов. Таким образом, ситуация с оказанием сопутствующих услуг в ВУЗе явно противоречивая.

Основные причины сложившихся противоречий заключаются в следующем:

1. Финансовые цели сторон (максимизация прибыли) не связаны с основной целью системы – удовлетворением потребностей студентов.
2. В отношениях между сторонами недоверие преобладает над сотрудничеством, поскольку их деятельность непрозрачна друг для друга.

С точки зрения системного подхода интересы успешной и эффективной реализации процесса функционирования сферы сопутствующих услуг являются интересами более высокого уровня, чем частные интересы предпринимателей-арендаторов и университета. Поэтому деятельность всех сторон должна быть направлена на увеличение оборота сферы сопутствующих услуг. Стимулирование оборота возможно только в том случае, если финансовые интересы обеих сторон привязаны преимущественно к объему оказанных услуг, а не только количеству квадратных метров, занятых предпринимателем на территории ВУЗа.

Такой подход позволяет перейти от арендной платы к платежам с оборота (в нашей ситуации – это аналог горной ренты). Тогда ВУЗ становится заинтересованным в увеличении объема оказываемых услуг (и привлечении максимального количества предпринимателей), со своей стороны гарантируя наличие постоянного потока потребителей. Спрос со стороны потребителей самостоятельно произведет отбор более качественных услуг и приемлемый уровень ценовой политики, предлагаемой предпринимателями.

Учет оборота, позволяющий исчислять взаимные платежи между сторонами, может быть реализован путем создания внутренней расчетно-платежной системы («Карта студента»). В настоящее время это легко реализуется средствами информационных технологий, а использование соответствующих пластиковых карт не является чем-то необычным. При этом существует принципиальное ограничение на использование внешних процессинговых центров коммерческих банков, вследствие действия положения о коммерческой тайне и тайне банковского счета. Процессинговый центр должен быть внутренним.

Таким образом, внутренняя платежно-расчетная система ВУЗа способна объединить интересы сторон и создать атмосферу сотрудничества между ними, результатом чего будет повышение качества предоставления сопутствующих услуг и развитие социальной сферы университета за счет внебюджетных источников.

## Оценка финансовых потоков

Анализ и экспертная оценка финансовых потоков проведены на примере ГОУ ВПО «Уральский государственный технический университет - УПИ». Оказалось, что среднедневные расходы среднестатистического студента составляют около 150 рублей в день. При этом затраты всех студентов дневного отделения 23 тыс. человек в учебный день составят 3 465 тыс. рублей. Оценка среднедневных расходов профессорско-преподавательского состава позволяет увеличить сумму среднедневного оборота до 3 899 тыс. рублей. Учет студентов заочной и вечерней форм обучения позволит оценить сумму среднедневного оборота в 6 299 тыс. рублей.

Таким образом, годовой оборот в сфере сопутствующих услуг, с учетом продолжительности учебного процесса, продолжительности обучения студентов вечерней и заочной форм обучения оценен в 1 039 632 тыс. рублей. Это составляет не менее половины суммы денежных средств, получаемых университетом в форме бюджетного финансирования и по образовательным контрактам.

Внутри университета аналог «горной ренты» мог быть в таком случае введен как «налог с оборота». Его величина должна быть определена дополнительно. В любом случае, несколько процентов от вышеуказанной суммы способны обеспечить ВУЗу заметную финансовую прибавку. Но основной эффект будет заключаться в том, что социальные и финансовые интересы ВУЗа и арендаторов будут совпадать – все участники будут стремиться предоставить студентам максимальное количество услуг. Для учета оборота сферы сопутствующих услуг необходимо внедрить внутреннюю платежную систему («Карта студента»).

Представляется, что в случае развития системы перечень предлагаемых услуг и видов применения «Карты студента» значительно расширится. Так, например, «Карту студента» можно использовать в Интернет-классе для оплаты веб-услуг и компьютерных услуг, досуга (компьютерных услуг, классов по танцам, тренажерным и спортивным залам) и бытового обслуживания. Кроме того, учитывая, что до 60% посетителей близлежащих заведений бытового обслуживания (кафе, и т.д.) составляют студенты и преподаватели, возможным будет оснащение роз-терминалами, принимающими к оплате «Карты студента». Насыщение функционала системы позволит увеличить годовой оборот сферы сопутствующих услуг через внутреннюю расчетно-платежную систему на 10-20%.

## Описание работы внутренней расчетно-платежной системы

Владелец «Карты студента» может вносить денежные средства на свой карточный счет для покупки товаров и услуг у участников расчетно-платежной системы.

На карту также заносятся персональные данные (фамилия, имя, отчество, дата рождения, номер группы студента и т.п.). Выдаче карты предшествует заполнение анкеты, проверка и ввод персональной информации держателя карты в учетную базу данных Эмиссионного центра университета.

При открытии карт-счета Эмиссионный центр записывает на карту приложение для обслуживания карт-счета в режиме On-Line. Карты, выпускаемые университетом, являются исключительно расчетными дебетовыми картами, способными только оплачивать товары и услуги.

Студент может пополнять свой расчетный счет путем внесения наличных в кассе университета, либо в специализированных терминалах, имеющих связь с Эмиссионным центром и расположенных на территории ВУЗа.

При наличии средств на счете студент имеет возможность оплатить безналичным путем покупки или услуги в предприятиях торговли, общественного питания и услуг на территории университета. Пункты обслуживания, в свою очередь, будут оборудованы

терминалами для приема этих карт. Все операции и движение будут отражаться и обрабатываться в процессинговом центре, расположенном также на территории ВУЗа. (См. рисунок 1).

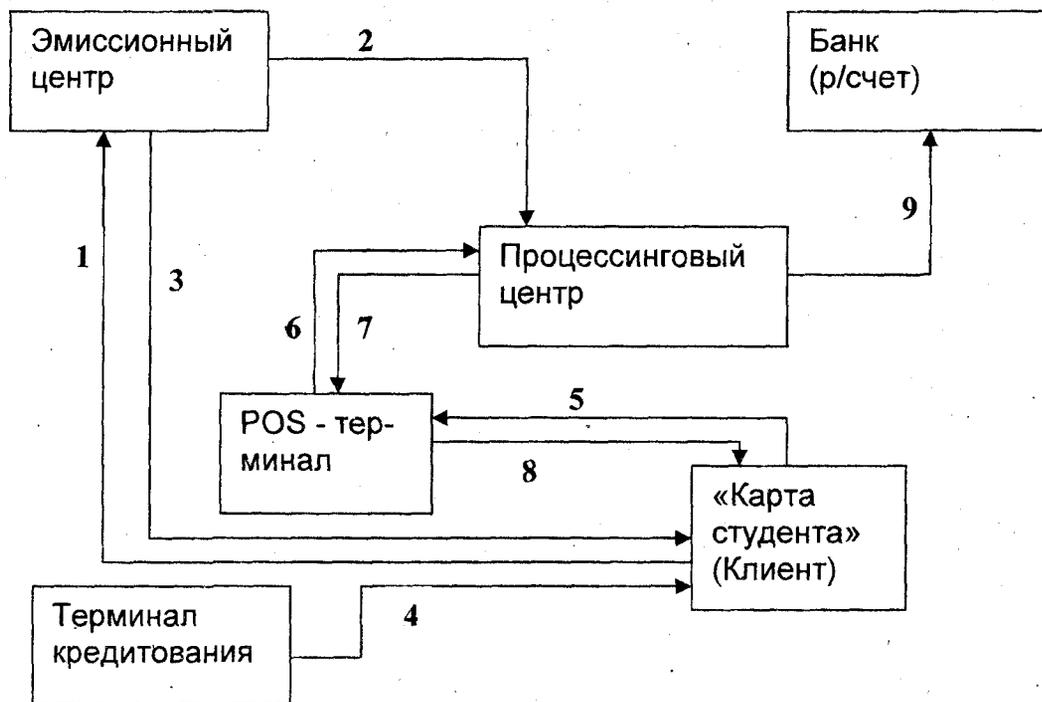


Рисунок 1 – Схема функционирования внутренней расчетно-платежной системы

Рассмотрим основные компоненты системы.

Эмиссионный центр – центр, который занимается выпуском пластиковых «Карт студента», принимает заявления от учащихся и сотрудников. Непосредственно корреспондирует с процессинговым центром.

«Карта студента» - именная идентификационно-расчетная пластиковая карта внутривузовского использования с привязанным к ней счетом, реализованная в виде карты с магнитной полосой, выданная на добровольной основе студенту или сотруднику, учрежденная эмиссионным центром и выполняющая роль интеллектуального инструментального средства в Системе обслуживания.

Терминал кредитования – сеть терминалов, находящихся на территории университета, служащих для пополнения карточного счета студента, непосредственно корреспондирующий с процессинговым центром.

POS-терминал – терминал, привязанный к конкретной точке обслуживания, позволяющий в качестве оплаты за товары и услуги принимать безналичные средства со счетов студентов. Непосредственно корреспондирует с процессинговым центром.

Процессинговый центр – ядро системы, сервер с установленными на нем базой данных и специализированным программным средством. Его функции включают в себя:

- открытие, закрытие счетов клиентов и предприятий обслуживания в системе;
- хранение информации о клиентах в базе данных;
- хранение информации о состоянии счетов клиентов и предприятий;
- получение, обработка, хранение информации по всем транзакциям;
- проведение взаиморасчетов между счетами клиентов и предприятий, клиринг;

– анализ данных о работе системы для подготовки и составления отчетности.

*Банк* – расчетный счет университета в банке для расчета с предприятиями и депозитный счет для аккумуляирования средств клиентов.

Описание схемы функционирования системы.

1. *Прием заявления.* От студента принимается заявление на оформление ему «Карты студента». В заявлении указываются персональные данные студента. Взимается установленный первоначальный депозит, вся ценность которого переносится на «карту студента».

2. *Заведение счета.* Эмиссионный центр заводит новый номер счета, заносит информацию о клиенте в базу данных, выпускает пластиковую карту, кодирует номер счета на магнитной полосе. Также на магнитную полосу кодируется PIN-код во избежание несанкционированного пользования картой третьими лицами. Карта активируется в системе процессингового центра.

3. *Выдача карты.* Карта вместе с PIN-конвертом, содержащим PIN-код карты, выдается клиенту, подавшему заявление.

4. *Занесение дополнительных средств на счет.* С помощью терминалов, расположенных на территории университета, а также в кассе ВУЗа студент может пополнить лицевой счет.

5. *Покупка товаров и услуг.* Во всех точках обслуживания на территории университета и в его окрестностях, оборудованных POS-терминалами, можно оплатить товары или услуги безналичным путем с использованием «карты студента».

6. *Проверка наличия средств на счете.* POS-терминал обращается к процессинговому центру в режиме «он-лайн» для проверки наличия достаточных средств на счете клиента.

7. *Получение ответа от процессинга.* Процессинговый центр отправляет ответ на запрос. В зависимости от наличия средств на счете – разрешить или запретить транзакцию.

8. *Выдача товара клиенту.* Если транзакция была одобрена, то клиент получает желаемый товар/услугу.

9. *Расчетный счет в банке.* Используется для расчетов с предпринимателями, для возможности проведения операций со свободными денежными средствами, проведения расходных операций для поддержания функционирования системы.

### **Перспективы внедрения и подлежащие разработке вопросы**

В рамках внедрения представленной концепции создания внутренней расчетно-платежной системы в практику авторам проекта представляется необходимость проработки ряда вопросов:

1. Разработка юридических вопросов для определения полномочий и юридических прав ВУЗа в соответствии с Уставом и действующими законодательными органами. Решением вопросов может стать вынесение компонентов системы в рамки специально созданного юридического лица, дочерней организации ВУЗа, наделенной соответствующими полномочиями, при этом необходимо определить его организационно - правовую форму, уровень контроля.

2. Важным аспектом на этапе подготовки внедрения считаем разработку организационно-технического проекта, для определения подразделений университета, участвующих в проекте, разграничение полномочий и определение ответственных лиц.

3. С учетом стоимости и расходной составляющей проекта важным аспектом является составление бизнес-плана, расчет экономической эффективности проекта, поиск источников финансирования, расчет сроков окупаемости, выявление точек безубыточности.

4. В целях повышения финансовой грамотности студентов, создания устойчивого спроса на работу в системе, привлечения студентов и выполнения параметров, предусмотренных Бизнес-планом, необходимым условием является разработка и реализация специальной программы продвижения «Карты студента».

5. Разработка правил взаимодействия ВУЗа с организациями сферы сопутствующих услуг, в т.ч. корректировка размера арендной платы, определение величины аналога «горной ренты».

## ЛИТЕРАТУРА

1. «О банках и банковской деятельности» Федеральный закон от 02.12.1990 № 395-1 [Текст] (ред. От 21.07.2005).

2. «О создании в г. Москве системы безналичных расчетов за товары и услуги с использованием «Карты москвича» [Текст] /Постановление правительства города Москвы от 15.12.1998 № 962

3. Лиетар, Бернар А. Будущее денег [Текст]/ Бернар А. Лиетар. – М.: КРПА Олимп: АСТ: Астрель, 2007.-493с.

4. Кузнецов, О.Л. Устойчивое развитие: Научные основы проектирования в системе природа-общество-человек [Текст]: учебник/ О.Л. Кузнецов, Б.Е. Большаков.– С-Петербург - Москва - Дубна, 2001. – 616 с. – Илл.

### **Берг Дмитрий Борисович**

Профессор кафедры анализа систем и принятия решений, д.ф.-м.н.

ГОУ ВПО Уральский государственный университет – УПИ, г. Екатеринбург

Тел.: +7 (343) 375-45-22

E-mail: bergd@mail.ru

### **Порывкин Евгений Александрович**

Старший преподаватель кафедры анализа систем и принятия решений, аспирант

ГОУ ВПО Уральский государственный университет – УПИ, г. Екатеринбург

Тел.: +7 (909) 0000-797

E-mail: eporvkin@yandex.ru

УДК: 378:001.891

ЖУКОВ Д.О., САМОЙЛО И.В.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УРАВНЕНИЯ КОЛМОГОРОВА ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕТЕНЦИЕЙ УЧАЩИХСЯ

The management models of student competence, developed on the basis of the Boundary Value Problem solution and formulated on the Kolmogorov equation are presented in this work. The exact result of this equation for the description of the knowledge management process is also presented here.

В работе представлены модели управления компетенцией учащихся, разработанные на основе решения краевых задач, сформулированных на основе уравнения Колмогорова, и представлен точный вывод этого уравнения для описания процесса управления.

### ВВЕДЕНИЕ

Актуальность разработки математических и информационных моделей управления компетенцией учащихся обусловлена как практическими задачами обеспечения качества образования, так и научными целями теоретического исследования социальных процессов массового обучения.

Для того чтобы индивидуализировать процесс массового обучения, необходимо разрабатывать математические и информационные модели, учитывающие индивидуальные особенности обучаемых, например, такие, как способность к восприятию учебной информации и склонность к её забыванию, что позволяет, формализовав учебный процесс, с одной стороны, описать его в общих терминах, а с другой стороны, создать индивидуальное управление для каждого обучаемого.

Существуют различные подходы управления знаниями и компетенциями, описание которых требует значительного места и отдельного доклада.

Например, задачи управления обучением и компетенциями можно отнести к задачам нечеткой оптимизации и принятия решений при нечетких состояниях среды и условиях некоторой неопределенности, а представление знаний можно осуществлять на основе семантических сетей.

Однако представление знаний, которые являются составной частью компетенции, имеет более широкий смысл, чем просто формализация предметной области, т.е. совокупность декларативных методов, семантических сетей, формальных грамматик и т.д. Его необходимо рассматривать как совокупность процессов, включающих формализацию знаний, передачу их пользователю (обучение), усвоение (использование на практике для решения новых задач) и диагностику (для организации обратных связей). Все это требует дальнейшей разработки моделей управления знаниями и компетенцией.

### ПРЕДЛАГАЕМАЯ МОДЕЛЬ ФОРМАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЕНИЯ ЗНАНИЯМИ

Обучение и управление знаниями в силу присутствия человеческого фактора можно отнести к классу стохастических процессов [1-3], которые (при определенных условиях), можно рассматривать как полумарковские процессы (вероятность перехода при которых из одного состояния в другое зависит как от этого состояния, так и от состояния, в которое будет осуществлен следующий переход [1]). Подобный подход получил обоснование и развитие в работе [1], в которой разработана статистическая динамика знаний. Согласно исследованиям [1], процесс обучения может быть представлен в виде графа переходов (см. рис.1) из одного состояния знаний в другое в интервале времени  $(t, t+dt)$  (процессы гибели

и размножения динамики знаний характеризуются тем, что практически возможными являются лишь переходы в соседние состояния).

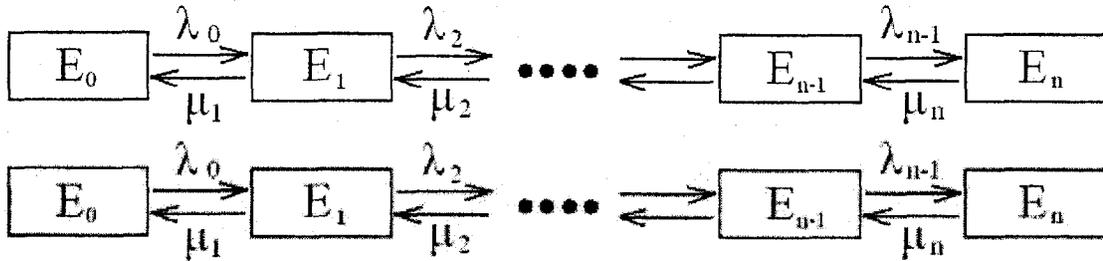


Рисунок 1 - Схема переходов между состояниями в процессе обучения

$E_0, E_1, E_2, \dots, E_n$  – соответствующие состояния, а  $\lambda_{i,i+1} = \lambda_i, \lambda_{i,i-1} = \mu_i, \lambda_{i,i} = -(\lambda_i + \mu_i), \lambda_{i,j} = 0$  – соответствующие интенсивности переходов. На основании графа переходов можно получить соответствующую систему уравнений  $p_{j,j}(t) = \sum_k \lambda_{k,j} p_k(t)$ , где

$p_{j,j}(t)$  и  $p_k(t)$  – зависящие от времени вероятности состояний знаний с условием нормировки  $\sum_{i=0}^n p_i(t) = 1$ .

Интенсивности переходов между состояниями (интенсивности усвоения и забывания) могут зависеть от времени, и это позволяет получить линейные системы дифференциальных уравнений с *коэффициентами, зависящими от времени, для которых не всегда могут быть получены аналитические решения.*

**Предлагаемый подход.** Вся предметная область учебной дисциплины разделяется на смысловые зачетные единицы (например: определения, формулировки законов, теоремы с доказательствами, основные понятия, формулы и т.п.). Каждая такая единица знаний оценивается условной величиной в 1 балл. Наборы зачетных единиц могут образовывать взаимосвязанные комплексные оценки.

Любой процесс обучения необходимо рассматривать как пошаговый процесс, на каждом шаге которого обучаемый получает какое-то количество учебной информации (измеряемое числом смысловых зачетных единиц или условных баллов). В силу различия индивидуальных способностей каждый человек должен на одном шаге обучения получать различное количество учебной информации: не больше и не меньше того, что он может усвоить. Таким образом, обучение будет наиболее эффективным и индивидуальным. С другой стороны, в силу специфики памяти, каждому человеку свойственно забывать определенное количество полученной информации. Величина забытой информации также является индивидуальным параметром обучаемого.

Шаг обучения можно интерпретировать как период времени между занятиями (уроками, лекциями и т.д.) или интервал времени в течение которого проводится типовой набор учебных действий (например: лекция, семинар, лабораторная работа, затем опять лекция, семинар, лабораторная работа).

**Математическая модель.** Рассмотрим некоторого условного обучаемого и обозначим его номером  $i$ . Пусть этот  $i$ -обучаемый должен достигнуть состояния обученности  $L_i$  ( $L_i$  – сумма всех смысловых зачетных единиц, или условных баллов, которые должен иметь/знать  $i$ -обучаемый к концу обучения). Отметим, что если в классе или учебной группе всего  $N$  обучаемых, то каждый из них должен достигнуть какого-либо состояния обученности  $L_1, L_2, L_3, \dots, L_i, \dots, L_N$  и эти состояния могут быть либо различными, либо одинаковыми (например  $L$ ), что определяется целями обучения.

Время длительности одного шага обучения, равно  $\tau_0$ . Мы считаем, что все обучаемые с одинаковой периодичностью посещают занятия. Однако на занятиях они могут по-

лучать разное количество учебной информации и по-разному её забывают за время  $\tau_0$ . Таким образом, пусть  $i$ -обучаемый за время  $\tau_0$  получает  $\varepsilon$ -учебных единиц и забывает  $\xi$ -учебных единиц (полученных на любом из предыдущих шагов обучения).

После каждого шага обучаемый переходит в одно из  $k$ -возможных состояний, которое задается тем количеством учебной информации, которая есть у обучаемого в данный момент времени ( $k$  может принимать значение от 0 до  $L$ ). Введем понятие вероятности нахождения состояния обучаемого в том или ином значении.

Пусть после некоторого числа шагов обучения  $h$ :  $P_{x-\varepsilon, h}$  – это вероятность того, что  $i$ -обучаемый обладает уровнем знаний, равным  $(x-\varepsilon)$  единицам;  $P_{x, h}$  – уровнем знаний, равным  $x$ -учебным единицам, и  $P_{x+\xi, h}$  – уровнем знаний равным  $(x+\xi)$  учебным единицам. На одном шаге обучения  $\tau_0$  может быть получено  $\varepsilon$ -единиц учебной информации и забыто  $\xi$ -учебных единиц.

Таким образом, можно ввести вероятность  $P_{x, h+1}$  того, что на следующем  $(h+1)$  шаге обучения, обучаемый будет знать  $x$ -единиц учебной информации, которая будет равна 2:

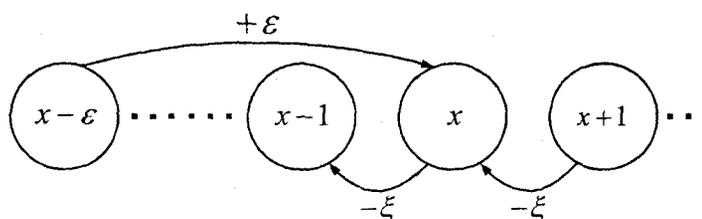


Рисунок 2 - Схема возможных переходов между состояниями обученности для  $i$ -обучаемого на  $h+1$  шаге обучения

$$P_{x, h+1} = P_{x-\varepsilon, h} + P_{x+\xi, h} - P_{x, h} \quad (1)$$

Введем  $t = h \cdot \tau_0$ , где  $t$  – время процесса обучения,  $h$  – номер шага,  $\tau_0$  – длительность одного шага. Переходя от  $h$  к  $t$ , получим:

$$P(x, t + \tau_0) = P(x-\varepsilon, t) + P(x+\xi, t) - P(x, t) \quad (2)$$

Раскладывая уравнение (2) в ряд Тейлора, получим:

$$\begin{aligned} P(x, t) + \tau_0 \frac{\partial P(x, t)}{\partial t} + \frac{\tau_0^2}{2} \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial t^2} + \dots = \\ = P(x, t) - \varepsilon_i \frac{\partial P(x, t)}{\partial x} + \frac{\varepsilon_i^2}{2} \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial x^2} - \dots + P(x, t) + \xi_i \frac{\partial P(x, t)}{\partial x} + \frac{\xi_i^2}{2} \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial x^2} + \dots - P(x, t) \end{aligned}$$

Учитывая в правой и левой части полученного уравнения не более чем вторые производные, получим:

$$\tau_0 \frac{\partial P(x, t)}{\partial t} + \frac{\tau_0^2}{2} \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial t^2} = \frac{\varepsilon^2 + \xi^2}{2} \cdot \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial x^2} - (\varepsilon - \xi) \cdot \frac{\partial P(x, t)}{\partial x} \quad (3)$$

Член уравнения вида  $\frac{\partial P(x, t)}{\partial t}$  – определяет общее изменение состояния обученности с течением времени;

Член уравнения вида  $\frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial t^2}$  – описывает процесс, при котором полученные знания структурируются и сами становятся источниками дополнительных знаний. В силу специфики мышления человека, ему свойственно при определенных условиях, имея неко-

торый набор связей между элементами знания, находить новые или неизвестные связи, которые также являются знанием (процесс самообучения).

Если  $\frac{\partial P(x,t)}{\partial t}$  – быстрота изменения состояния обученности (скорость), то  $\frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial t^2} = \frac{\partial}{\partial t} \left( \frac{\partial P(x,t)}{\partial t} \right)$  можно рассматривать, как быстроту изменения скорости, так как полученные знания сами являются источниками других знаний. Для исходной модели вторую производную по  $t$  можно исключить и рассмотреть её в более сложной модели несколько позже.

Член уравнения вида  $\frac{\partial P(x,t)}{\partial x}$  – описывает упорядоченный переход либо в состояние, когда знания увеличиваются ( $\varepsilon > \xi$ ), либо, когда они уменьшаются ( $\varepsilon < \xi$ ).

Член уравнения вида  $\frac{\partial^2 P(x,t)}{\partial x^2}$  – описывает случайное изменение состояния обученности, что по сути дела избавляет от предположения о том, что  $\varepsilon$  и  $\xi$  являются постоянными величинами на любом шаге процесса, т.е. за одно и то же время  $\tau_0$ ,  $\varepsilon$  и  $\xi$  могут являться произвольными величинами.

Считая функцию  $P(x,t)$  непрерывной, перейдем от вероятности  $P(x,t)$  к плотности вероятности  $\rho(x,t)$ , проведя операцию  $\rho(x,t) = \frac{\partial P(x,t)}{\partial x}$ , что позволяет сформулировать следующую граничную задачу.

При состоянии обученности  $x = L$  процесс обучения можно закончить. Сама вероятность обнаружить такое состояние будет отлична от 0. Однако плотность вероятности, определяющая поток учебной информации в состоянии  $x = L$ , необходимо положить равной 0 (мы прекращаем обучение, прекратив поток), т.е.

$$\rho(x,t)_{x=L} = 0 \quad (a)$$

Второе граничное условие выберем, исходя из следующих соображений: состояние  $x = 0$  определяет полное отсутствие знаний у обучаемого. Сама вероятность обнаружить такое состояние может быть отлична от 0, однако плотность вероятности, определяющую поток заявок в состоянии  $x = 0$  необходимо положить равной 0 (так как мы стремимся избежать этого состояния), т.е.

$$\rho(x,t)_{x=0} = 0 \quad (b)$$

Считая, что  $\varepsilon$  и  $\xi$  от  $x$  не зависят и, введя обозначение  $\frac{\varepsilon^2 + \xi^2}{2\tau_0} = a$  и  $\frac{\varepsilon - \xi}{\tau_0} = b$ , получим:

$$\frac{\partial \rho(x,t)}{\partial t} = a \cdot \frac{\partial^2 \rho(x,t)}{\partial x^2} - b \cdot \frac{\partial \rho(x,t)}{\partial x} \quad (4)$$

Поскольку в момент времени  $t = 0$  состояние  $i$ -обучаемого уже может быть равно некоторому значению  $x_0$ , то начальное условие зададим в виде:

$$\rho(x,t=0) = \delta(x - x_0) = \begin{cases} 1, & x = x_0 \\ 0, & x \neq x_0 \end{cases}$$

Используя методы операционного исчисления для плотности вероятности  $\rho_1(x,t)$  и  $\rho_2(x,t)$  обнаружения состояния обученности  $i$ -обучаемого в одном из значений на отрезке от 0 до  $L$ , можно получить следующие уравнения:

$$\rho_1(x, t) = \frac{2}{L} e^{-\frac{(x_0-x)+\frac{bt}{2}}{\frac{2a}{b}}} \sum_{n=1}^M (-1)^{n+1} \sin\left(\pi n \frac{x_0}{L}\right) \sin\left(\pi n \frac{L-x}{L}\right) e^{-\frac{\pi^2 n^2 at}{L^2}} \quad (5)$$

при  $x > x_0$

$$\rho_1(x, t) = \frac{2}{L} e^{-\frac{(x_0-x)+\frac{bt}{2}}{\frac{2a}{b}}} \sum_{n=1}^M (-1)^{n+1} \sin\left(\pi n \frac{x}{L}\right) \sin\left(\pi n \frac{L-x_0}{L}\right) e^{-\frac{\pi^2 n^2 at}{L^2}} \quad (6)$$

при  $x \leq x_0$

**Анализ математической модели.** Уравнения (5) и (6) описывают поведение плотности вероятности обнаружения состояния обученности  $i$ -обучаемого в одном из значений на отрезке от 0 до  $L$ .

Отметим, что состояния могут принимать только целочисленные значения, однако уравнения (5) и (6) задают непрерывные распределения, что, тем не менее, не отвергает возможности их использования, поскольку эти уравнения могут быть дополнены условием, что значимыми являются только значения, полученные для целых величин  $x$ .

Поэтому все результаты, представленные далее на рисунках кривыми моделирования, можно рассматривать как заданные поточечно для целых значений  $x$ . С точки зрения практики  $\varepsilon > \xi$  представляет наибольший интерес (знания накапливаются). Если вычислить интеграл  $P(L, t)$ :

$$P(L, t) = \int_0^{x_0} \rho_2(x, t) dt + \int_{x_0}^L \rho_1(x, t) dt, \quad (7)$$

то функция  $P(L, t)$  будет задавать вероятность того, что состояние обученности к моменту времени  $t$  будет находиться на отрезке от 0 до  $L$ , т.е. порог необходимой обученности  $L$  не будет достигнут.

Соответственно, вероятность  $Q_i(t)$  того, что необходимый порог  $L$  окажется к моменту времени  $t$  достигнутым, можно определить следующим образом:

$$Q_i(t) = 1 - P(L, t) \quad (8)$$

Проанализируем поведение вероятности  $Q_i(t)$ . Пусть осуществляется учебный процесс, при котором за один шаг с длительностью  $\tau_0 = 1$  неделя, каждому обучаемому сообщается  $\varepsilon = 10$  единиц учебной информации. Всего на обучение отводится 15 недель, за которые они должны достигнуть уровня обученности  $L = 100$  единиц учебной информации.

На рисунке 3 рассмотрен данный пример. Начальный уровень обученности составляет для каждого из обучаемых  $x_0 = 20$  единиц, кривая 1 соответствует обучаемому, забывающему на одном шаге обучения  $\xi_1 = 2$  единицы учебной информации, кривая 2 для  $\xi_2 = 3$  единицы, кривая 3 для  $\xi_3 = 4$  единицы, кривая 4 для  $\xi_4 = 5$  единиц и кривая 5 для  $\xi_5 = 7$  единиц учебной информации. Рисунок 3 показывает, что после 15 недель обучения (вертикальная пунктирная линия) вероятность достижения необходимой обученности для первого обучаемого составит 0,96, для второго – 0,89, для третьего – 0,70, для четвертого – 0,44 и для пятого обучаемого – 0,04.

Вероятность достижения обучаемым необходимой обученности напрямую отражает долю изученного им материала, а также оценку, которую он может получить при проверке. Если критерием отличной оценки является доля изученного материала от 0,85 и выше, то первый и второй обучаемый имеют все шансы быть оцененными при проверке на «отлично». Таким образом, если критерием хорошей оценки является доля изучения материала от 0,65 до 0,85, то хорошую оценку получит третий обучаемый и т.д.

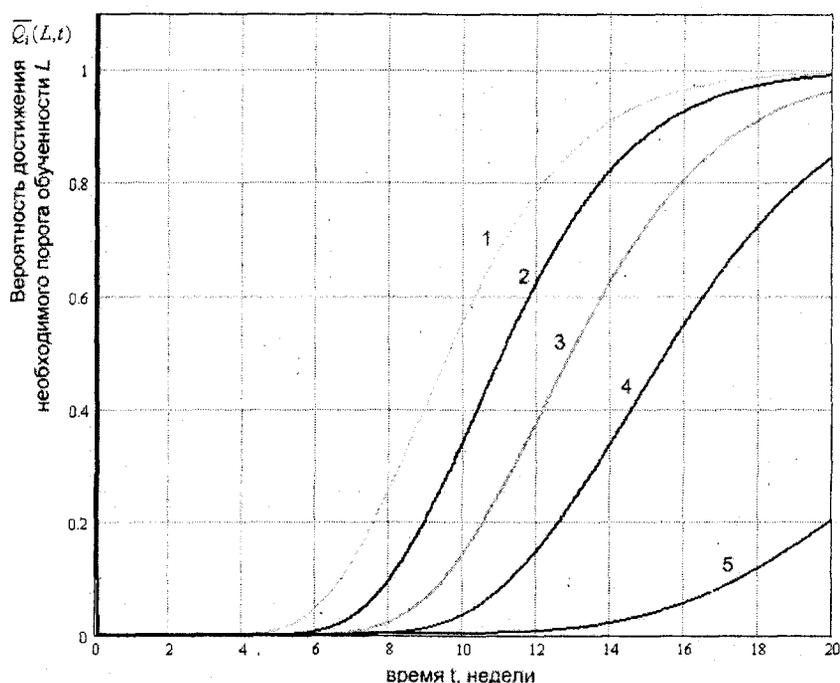


Рисунок 3 - Зависимость вероятности ( $Q_i(t)$ ) достижения необходимого условного уровня обученности  $L = 100$  от времени. На одном шаге  $\tau_0 = 1$  неделя каждому обучаемому сообщается  $\varepsilon = 10$  единиц учебной информации

Подобная картина очень часто наблюдается в реальности, когда при проверке знаний отличные и хорошие оценки получают учащиеся, которые хорошо и быстро усваивают учебный материал и обладают хорошей памятью. Менее успешными являются те, кто с трудом запоминает и быстро забывает представленную информацию. Все это также подтверждает предлагаемую модель обучения.

## ВЫВОДЫ

1. При формализации задач управления знаниями для обеспечения компетенции процесс обучения можно рассматривать, как совокупность случайных переходов между соседними состояниями, описывающими знания объекта (субъекта) обучения. При величине знаний  $\varepsilon$ , предоставляемой объекту обучения на одном шаге обучения за время  $\tau_0$ , его балл из состояния  $(x-\varepsilon)$  может переходить в состояние  $x$ , кроме того, изменение состояния  $x$  может осуществляться и за счет перехода  $x+\zeta \rightarrow x$  (процесс забывания).

2. На основе разработанной формализации задач управления знаниями для процессов обучения может быть получено уравнение Колмогорова, описывающее динамику обучения. Данное уравнение учитывает не только процесс «механического» накопления учебной информации объектом обучения в зависимости от числа шагов (времени) обучения, но и забывание знаний. Это позволяет сформулировать и решить для процесса обучения краевую задачу и получить аналитические выражения для зависимости плотности вероятности  $p(x, t)$  обнаружения обученности в одном из состояний  $x$ , находящихся на отрезке от 0 до  $L$ .

3. Решение сформулированных в работе краевых задач позволяет как качественно, так и количественно проанализировать динамику процессов обучения и определить необходимое количество учебной информации  $\varepsilon$ , передаваемой на одном шаге обучения объекту обучения (в зависимости от его характеристик), для того чтобы процесс был наиболее эффективным.

лее эффективным (заданный уровень обученности был бы достигнут за наименьшее число шагов).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Свиридов, А.П. Введение в статистическую теорию обучения и контроля знаний [Текст] / А.П. Свиридов. – М.: МЭИ, 1974. – 152 с.
2. Коган, А.Б. Биологическая кибернетика [Текст] / А.Б. Коган, Н.П. Наумов, В.Г. Режабек, О.Г. Чораян. – М., «Высшая школа», 1977. – 384 с.
3. Майн, Х. Марковские процессы принятия решений [Текст] / Х. Майн, С. Осаки. – М., «Наука», 1977. – 75 с.

### **Жуков Дмитрий Олегович**

Директор центра новых информационных технологий, д.т.н.

Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва

телефон: +7 (495) 268-3655

e-mail: zhukovdm@yandex.ru

### **Самойло Ирина Владимировна**

Инженер центра новых информационных технологий

Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва

телефон: +7 (495) 268-3655

e-mail: samoilo@yandex.ru

УДК 004(075.32)

ИЩЕНКО А.Ю., ЧЕРНИЦЫН А.Ю.

## СОЗДАНИЕ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ГОУ СПО ВОЛГОГРАДСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ

Making of the united information area is an important item in solving the task of efficient managing of educational process. Ways of constructing of the college united information environment are shown on the basis of the existing automotive system of managing the educational department and the entrance committee.

Основным организационно-педагогическим условием управления качеством образовательного процесса в образовательном учреждении и повышения качества образования средствами информационных технологий является наличие единого информационного пространства. Информационная среда современного колледжа призвана разгрузить преподавателя, освободив от рутинных дел, высвободив время и силы для творчества.

На рынке программного обеспечения мало продуктов, адекватно поддерживающих непосредственно процесс создания единого информационного пространства учебного заведения. Кроме этого, качество их и набор функций не всегда удовлетворительны, а стоимость довольно высокая. Поэтому единственная надежда учебных заведений – самостоятельная разработка информационной среды.

Ядром единого информационного пространства является общая база данных учебного заведения. Она содержит основные характеристики участников образовательного процесса и данные, которыми они обмениваются:

- администрация (директор, его заместители, бухгалтерия и т.д.);
- преподаватели (предметники, кураторы и т.д.);
- студенты;
- родители и социальные партнеры (как основных заказчиков «качества» образования").

База содержит сведения на основе традиционных нормативных документов и локальных актов учебного заведения: учебных планов, штатного расписания, журналов учета занятий и пр.

В ГОУ СПО «Волгоградский технологический колледж» ведутся активные работы по созданию единого информационного пространства. Его основой является автоматизированная система управления (АСУ) «Электронный колледж», в рамках которой автоматизирована работа структурных подразделений колледжа – приемной комиссии (АСУ «Абитуриент»), учебной части и кафедр (АСУ «Учебная часть»). Активно ведутся работы по автоматизации работы отдела контроля знаний, отдела кадров, администрации, библиотеки и лабораторий колледжа.

Серверная часть АСУ «Учебная часть» и «Абитуриент» реализованы на СУБД Firebird 1.5. Клиентские приложения разрабатываются на Borland Delphi 6.0. [3] Контроль прав доступа к хранимым данным организуется как с помощью средств сервера, так и средств клиентских приложений.

АСУ «Учебная часть» выполняет следующие функции [1]:

- регистрация студентов и преподавателей;
- выдача информации об учебных группах: количество бюджетных и коммерческих студентов, юношей и девушек, с разделением по курсам обучения;
- создание и поддержка рабочих учебных планов;
- выдача списков и справок;
- экзаменационные и сводные ведомости: генерация, заполнение, печать;
- балльная ведомость по здоровому образу жизни: генерация, заполнение, печать;

- выдача полной информация о студентах: о месте жительства, родителях, контактных телефонах и пр.,
  - история студента: отчисление, восстановление, перевод и т.п.;
  - поиск студента по фамилии, имени, отчеству, дате рождения и пр.
- АСУ «Абитуриент» обеспечивает выполнение следующих функций [2]:
- ввод, редактирование и хранение данных абитуриентов в базе данных;
  - формирование и печать основных отчетных документов по абитуриентам (заявление, договор и т.д.);
  - поиск абитуриентов;
  - проведение локальной фильтрации записей;
  - статистика поданных заявлений.

Разработанные АСУ «Учебная часть» и «Абитуриент» отвечают самым жестким требованиям, среди которых основными являются:

- отсутствие необходимости работы с бумажными документами, за исключением первичных;
- хранение всей существенной информации бесконечно долго;
- хранение всех существенных событий пребывания студента и работы преподавателя;
- удобный, простой и интуитивно ясный интерфейс;
- простое сопровождение;
- свойство расширяемости.

Создание единого информационного пространства колледжа должно стать ключом к решению проблем взаимодействия участников образовательного процесса не только на уровне учебного заведения, но и на уровне города, региона - с органами управления образованием, общественными организациями и социальными партнерами.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ищенко, А.Ю. Разработка и внедрение автоматизированной системы управления работой учебной части Волгоградского технологического колледжа (АСУ «Учебная часть») [Текст]/ А.Ю. Ищенко, А.Ю. Черницын // Современные информационные технологии в образовании: Южный федеральный округ. Материалы научно-методической конференции: 19-22 апреля 2006 г. – Ростов-на-Дону: РГУ, 2006. – 286 с.
2. Свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ №2007610233, заявка №2006613821 от 13.11.2006 г. Автоматизированная система управления работой приемной комиссии среднего специального учебного заведения на основе функционирования распределенной базы данных «Абитуриент» [Текст]/ А.Ю. Ищенко, А.Ю. Черницын; зарегистрировано в Реестре программ для ЭВМ 11.01.2007 г.
3. Сухарев, М.В. Основы Delphi. Профессиональный подход [Текст] / М.В. Сухарев – СПб.: Наука и техника, 2004 – 600 с.

### **Ищенко Алексей Юрьевич**

Доцент кафедры информационных систем и радиотехники, к.т.н.

Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса, г. Шахты

Тел.: + 7(8442)36-41-73

E-mail: aischenko2004@mail.ru

### **Черницын Антон Юрьевич**

Преподаватель ГОУ СПО Волгоградский технологический колледж, г. Волгоград

Тел.: + 7(8442)36-41-73

E-mail: chernicin@vtcollege.ru

## ИНТЕГРИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ СОВРЕМЕННЫМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫМ УЧРЕЖДЕНИЕМ

The problems of development of the integrated information model of management the modern educational organization in context of Bologna process are considered here. The offered model covers all processes of educational establishment in their interrelation and interaction and is directed on increases of a management efficiency by high school.

Глобальные изменения социально-экономических условий, высокие темпы изменений окружающей действительности в конце 20 века побудили правительства большинства развитых стран к реформированию и реструктуризации национальных систем образования. В Европе процесс сближения и гармонизации национальных систем образования оформился к середине 1970-х и позднее, в 1999 году получил название «Болонский процесс», после принятия в городе Болонья на специальной конференции 29 европейских государств декларации «Зона европейского высшего образования».

Декларация содержит следующие ключевые положения:

- принятие системы сопоставимых степеней через внедрение приложения к диплому для обеспечения возможности трудоустройства выпускников;
- введение двухциклового обучения: постепенного и постепенного;
- внедрение европейской системы зачетных единиц ECTS;
- развитие мобильности учащихся и преподавательского персонала;
- обеспечение качества образования;
- обеспечение привлекательности европейской системы образования в области развития учебных планов, межинституционального сотрудничества, схем мобильности и совместных программ обучения, практической подготовки и проведения научных исследований.

Россия присоединилась к Болонскому процессу в сентябре 2003 года на берлинской встрече министров образования европейских стран. Это означает, что Россия включается в европейскую зону высшего образования, принимает основные ключевые принципы Болонской декларации, а также получает возможность влиять на решения, принимаемые участниками Болонского процесса. Следует отметить, что реализация этих направлений вызывает противоречивые оценки и незатихающую дискуссию в России. Очевидно, что при вхождении в европейское образовательное пространство следует сохранить все лучшее из собственного опыта, национальные достижения и традиции.

В реализацию основных направлений Болонского процесса вовлечены многие вузы России. Однако сложившаяся в России функциональная организация управления вузом плохо адаптирована к динамике изменений внешних условий, многообразию источников финансирования, обилию видов и форм учебной, научной, производственной и хозяйственной деятельности, не отвечает современным потребностям рынка образовательных услуг и рынка труда (включая трудоустройство выпускников) и не способствует принятию эффективных решений по реализации основных положений Болонского процесса. Система принятия решений в большинстве вузов держится на авторитете руководства, их профессионализме и самоотдаче. Работа такой системы малоэффективна. Действующие корпоративные правила и обязательства не позволяют принимать креативные решения. Эти характерные для большинства вузов проблемы препятствуют модернизации образования, требуют перестройки внутренней микроэкономики вуза, постановки управленче-

ского учета, оптимизации процессов управления на основе современных информационно-коммуникационных технологий (ИКТ).

Сегодняшний уровень развития информационных технологий в вузах позволяет использовать ИКТ в качестве мощного инструмента повышения качества процессов управления, обеспечивает конкурентоспособность вуза. При этом речь, прежде всего, идет об обеспечении уровня гарантий этого качества в течение длительных промежутков времени, вне зависимости от различных субъективных факторов.

Многие вузы ведут работы по автоматизации и поддержке учебной, научной и управленческой деятельности. Однако большинство функционирующих в вузах информационных систем для принятия управленческих решений носят фрагментарный (лоскутный) характер [1]. ИС, как правило, создаются для автоматизации деятельности отдельных подразделений, что приводило к дублированию работ, разрыву информационных потоков. При экспорте данных из одного приложения в другое появляются записи-«двойники», наблюдается «нестыковка» данных, введенных в разных подразделениях университета, при этом собираемая информация зачастую избыточна.

Внедренные сервисы работают как системы управленческого учета и контроля, но не как системы управления процессами и ресурсами и принятия управленческих решений. В результате ректорат, руководители и специалисты общеуниверситетских служб, отвечающие за определение стратегии развития различных сфер деятельности университета, вынуждены работать в условиях практически полного отсутствия интегральной информации «вслепую», полагаясь только на собственный опыт и интуицию. Они вынуждены опираться в своей работе преимущественно на разрозненные и зачастую противоречивые сведения, поступающие из различных источников. Кроме того, сопровождение и развитие ИС собственными силами зачастую является непосильной задачей для вуза.

В то же время положительный опыт других отраслей, развитие зарубежных ИС опирается на идеи «ресурсосбережения»[2], рационального управления ресурсами, цели оптимизации человеческих, материальных и финансовых потоков. Появился ряд ИС с названиями: IC (Inventory Control – управление запасами), MRP (Material Requirements Planning – планирование потребности в материалах), MRP II ( Manufacturing Resource Planning – планирование производственных ресурсов), ERP (Enterprise Resource Planning – планирование ресурсов предприятия).

Задача повышения эффективности управления вузом может быть решена и даст необходимый социальный и экономический эффект только при переходе от локальных подсистем управления вузом к интегрированной информационно-аналитической системе класса ERP. Учитывая многоплановость, объем и сложность взаимосвязей информационных объектов, одновременно вовлекаемых в процесс управления современным университетом, только такая информационная система позволит формализовать «корпоративные знания».

Как известно [3], существует два основных пути построения ИС: первый опирается на внутренние ресурсы и штат программистов, второй предполагает приобретение лицензионной ИС с привлечением специализированной фирмы для внедрения ИС в вузе. Большинство вузов России идет по первому пути. Однако ряд вузов избрал второй путь, пожалуй, наиболее известным решением является система «Университет», разработанная на ВМиК МГУ на платформе SAP R\3. В России получили распространение в разных областях промышленности и другие ИС: Oracle Applications Baan J.D.Edwards OneWorld Ахарта, iRenaissance.ERP и т.д.

В качестве стратегического партнера для построения информационной системы управления Югорским государственным университетом была выбрана корпорация «Галактика» - ведущий российский разработчик комплексных решений в области автоматизации управления производственно-хозяйственной и финансовой деятельностью предприятия. На протяжении 20 лет корпорация «Галактика» является и разработчиком, и поставщиком своих решений — систем комплексной автоматизации управления предприятием.

Основным продуктом корпорации является интегрированная система автоматизации управления предприятием – Галактика ERP. Данная система стала базой построения комплексной информационной системы университета.

Система «Галактика» ориентирована на автоматизацию задач, возникающих на всех стадиях управленческого цикла («петля управления»): прогнозирование и планирование; учет и контроль реализации планов; анализ результатов; коррекция прогнозов и планов. Система имеет модульную структуру. Модули, в свою очередь, объединены в функциональные контуры. Функциональный состав системы позволяет определить набор контуров и модулей, обеспечивающих решение задач управления: контур управления персоналом; контур бухгалтерского учета; контур управления финансами; контур логистики; контур специализированных решений; контур системного администрирования.

По инициативе ряда вузов, в первую очередь ЮГУ, корпорация приступила к разработке контура «Управление учебным процессом».

Таким образом, ИС «Галактика-ERP» охватывает все основные процессы университета: образовательный; финансово-хозяйственный, административный в их взаимосвязи и взаимодействии, что позволяет говорить о формировании единой информационной среды университета (см. рисунок 1).

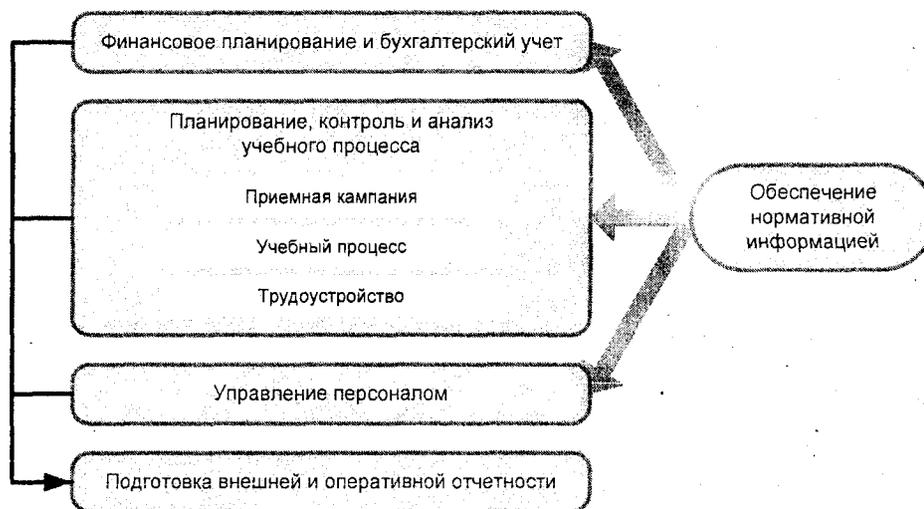


Рисунок 1 - Основные бизнес-процессы работы университета

Интегрированная информационная модель управления может быть представлена, как взаимодействие управляющей подсистемы (интегрированная модель управления качеством образования, управления учебным процессом) и обеспечивающей подсистемы (интегрированная модель административного управления, управления инновационной дея-

тельностью, управления финансовыми и материальными ресурсами). Схема информационного взаимодействия модулей подсистем приведена на рисунке 2.

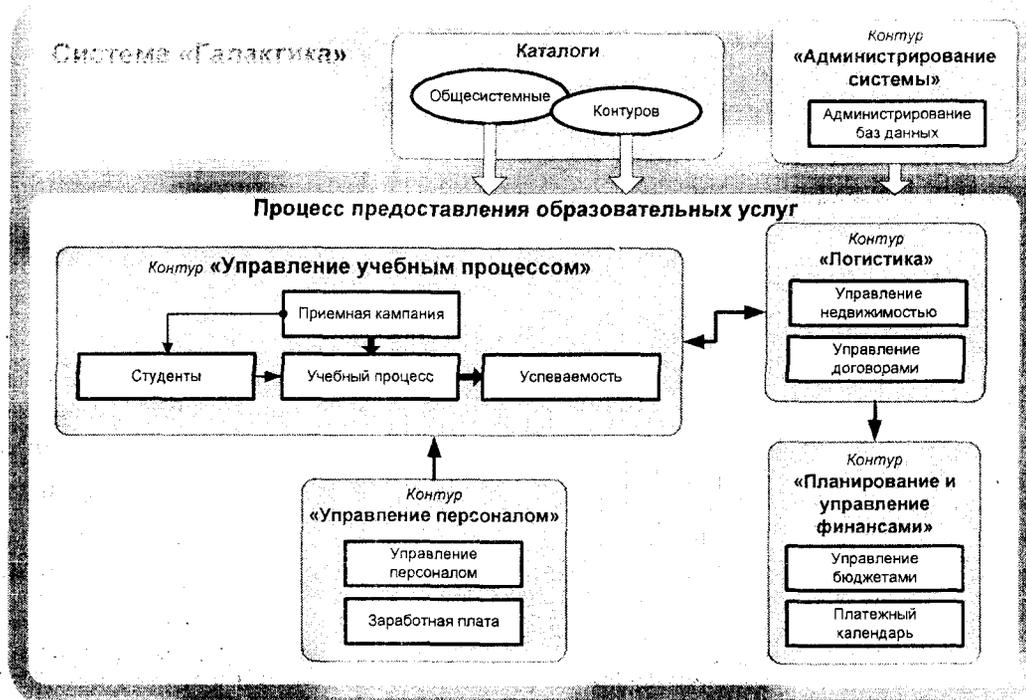


Рисунок 2 - Схема информационного взаимодействия компонентов системы

В настоящее время реализованы:

**I этап – опытно-промышленная эксплуатация модулей**

- *Управление штатным расписанием;*
- *Управление персоналом;*
- *Табельный учет;*
- *Управление студентами и аспирантами.*

**II этап – опытная эксплуатация системы**

- *Управление договорами и логистикой;*
- *Электронное согласование договоров.*

**III этап – предпроектная стадия**

Выполнено предпроектное обследование университета в рамках описания и реорганизации бизнес-процессов следующих направлений:

- *Управление финансами;*
- *Бухгалтерский учет;*
- *Зарботная плата.*

Реализация функционала контура Управление учебным процессом предполагает разработку стандартных для осуществления основной деятельности модулей:

- модуль **«Приемная кампания»** – предназначен для автоматизации процесса планирования и анализа приемной кампании образовательного учреждения;
- модуль **«Учебный процесс»** – предназначен для автоматизации процесса планирования и управления учебным процессом образовательного учреждения и его подразделений;
- модуль **«Студенты»** – предназначен для автоматизации процесса ведения информации о студентах.

– модуль **«Успеваемость»** – предназначен для автоматизации процесса контроля и анализа успеваемости студентов.

Однако интегрированный подход разрабатываемой информационной модели характеризуется адаптацией модулей обеспечивающей подсистемы под процессы образовательной деятельности:

– модуль **«Управление персоналом»** – дорабатывается для автоматизации процесса учета профессорско-преподавательского состава, ведения нормативных ограничений для планирования занятий, ведения штатного расписания ОУ, распределения учебной нагрузки;

– модуль **«Заработная плата»** – возможные доработки модуля для расчета стипендий студентов на основе данных модуля **«Студенты»**;

– модуль **«Управление недвижимостью»** – дорабатывается для ведения информации по аудиторному фонду.

Как видно из представленной функциональности, модулю **«Учебный процесс»** отводится центральное место в контуре

Схема планирования учебного процесса представлена на рисунке 3. С функциональной точки зрения достижение целей учебного процесса обеспечивается решением ряда задач:

– формирование учебных планов по специальностям, включая индивидуальные учебные планы;

– ведение понятия бюджета для базовых учебных планов;

– планирование потоков учебных групп по видам (общих, специализированных, межфакультетских и др.), формирование рабочих планов учебных занятий групп;

– формирование сводного линейного графика на год

– планирование объемов педагогической нагрузки, анализ и учет выполнения преподавателями педагогической нагрузки;

– планирование объемов нагрузки по руководству всеми видами практик (учебной, ознакомительной, преддипломной), учет и анализ выполнения преподавателями нагрузки по руководству практиками;

– планирование штатов сотрудников по бюджетам (по кафедрам и учебному заведению), необходимых для реализации объемов педагогической нагрузки ППС, отдельно УВП (учебно-вспомогательного персонала);

– планирование штатного расписания преподавателей с учетом квалификации (по кафедрам и учебному заведению), необходимых для реализации объемов педагогической нагрузки (по образовательному цензу), формирование извещений кафедре о планируемой учебной нагрузке;

– формирование расписания учебного процесса и сетки занятий на период (семестр), в том числе индивидуального расписания, с учетом занятости преподавательского состава и ресурсов аудиторного и лабораторного фондов;

– планирование работы Государственной аттестационной комиссии, Государственной экзаменационной комиссии;

– формирование отчетности и аналитических данных, например, анализ соответствия штатной расстановки штатному расписанию (по качественному составу и показателю штатности), анализ наличия вакансий (со списком дисциплин) и т.д.;

– формирование расписания экзаменационной комиссии.

Предлагаемая схема планирования учебного процесса решает проблемы децентрализации, переносит центр тяжести по планированию учебного процесса на «выпускающие» кафедры.

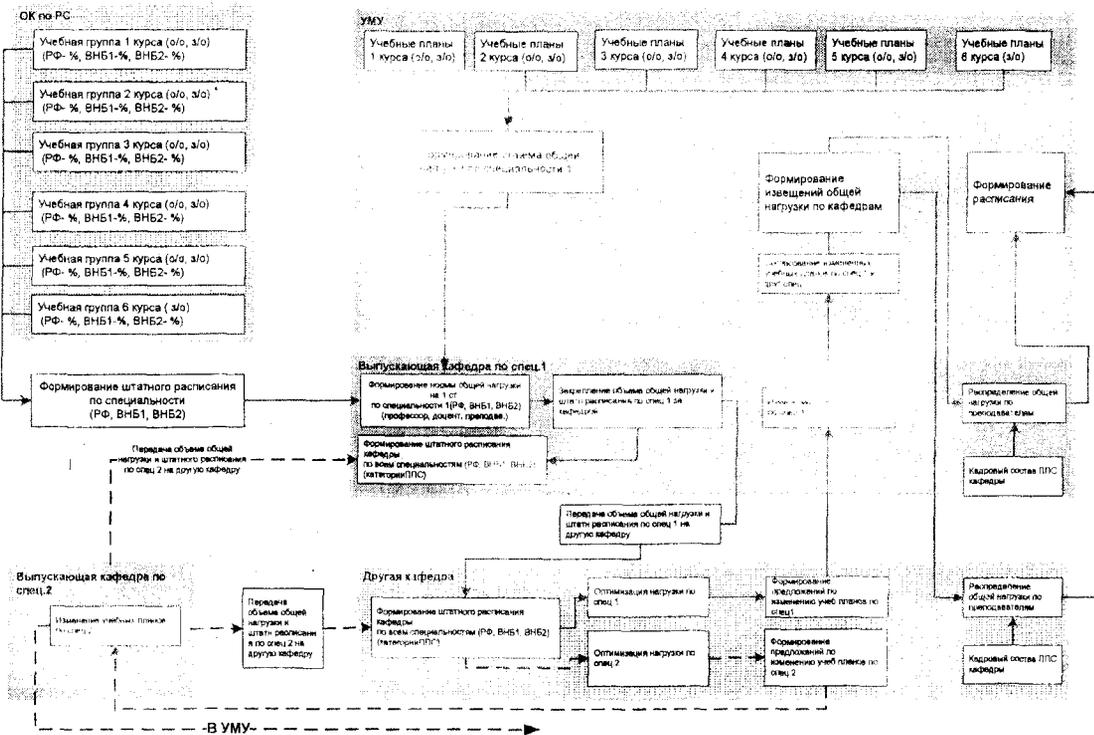


Рисунок 3 - Схема планирования учебного процесса

Использование контура «Управление учебным процессом» позволит прогнозировать развитие экономических процессов в вузе, имитировать разные сценарии расчета набора специальностей и численности студентов, даст возможность более эффективно использовать финансовые средства вуза и уменьшить размер потенциальных потерь в случае возникновения рискованной ситуации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев, Д.А. Применение информационных систем управления как необходимый элемент стратегического управления экономическими процессами в вузе [Текст] / Д.А. Беляев // Университетское управление. 2004. № 5-6(33). - С. 179-183.
2. Бочаров, Е.П. Интегрированные корпоративные информационные системы [Текст] / Е.П. Бочаров, А.И. Колдина.- М.: Финансы и статистика, 2005. – 288 с.: ил.
3. Глухих, И.Н. Корпоративная информационная система университета на базе интернет/интранет-портала [Текст] / И.Н. Глухих // Университетское управление. 2005. № 5(38). - С. 68-76.

**Карминская Татьяна Дмитриевна**

Проректор по учебной работе, к.т.н.

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Тел.: +7(34671)34116

e-mail: ktd@mail.ru

**Семенов Сергей Петрович**

Начальник управления информатизации, к.ф.-м.н.

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Тел.: +7(34671)57715

e-mail: ssp@ugrasu.ru

УДК 332.1

КОНСТАНТИНОВА О.В., СУРКОВА Т.В., ПЕРЕВЕРЗЕВА М.Н.

## **ФОРМИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ И УРОВНЯ РАЗВИТИЯ СФЕРЫ ОБРАЗОВАНИЯ В РАМКАХ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

The role and value of formation of system of a supply with information of uniform information space of sphere of education of Municipal Formation is determined. Existing approaches to a supply with information of formation of uniform information space of sphere of education of Municipal Formation are investigated. The system of parameters (indicators) for an estimation of a condition and development of the given sphere, being is offered by a basis of information system of uniform information monitoring of sphere of education of Municipal Formation.

Исследования в сфере муниципального управления свидетельствуют о расхождении между потребностями в информации органов управления муниципальным образованием и возможностями действующих систем информационного обеспечения. Вследствие этого возникает необходимость создания новой, более полной и адекватной комплексной системы информационно-аналитической поддержки управления с применением современных средств обработки информации.

Одной из эффективных мер содействия развитию социальной сферы и, в частности, сферы образования, в настоящее время становится создание единого информационного пространства внутри отдельно взятого муниципального образования (МО). Реализация данного проекта позволяет не только приблизить органы власти к объекту управления, но принимать оптимальные управленческие решения в кратчайшие сроки с максимальным учетом местных особенностей и тем самым эффективно влиять на ситуацию в сфере образования как внутри отдельно взятого МО, так и в стране в целом.

В этих условиях актуальным становится владение полной, достоверной и своевременной информацией органами власти сферы образования МО как на этапе принятия адекватных и эффективных управленческих решений, так и на этапе их реализации. Возникающие новые информационные потребности органов муниципального управления, изменение содержания информационной составляющей в управленческой деятельности должны быть раскрыты через информационную структуру принятия и исполнения решений, реализуемых в результате выполнения функций замкнутого цикла управления, которая и должна составлять в совокупности единое информационное пространство сферы образования МО.

Проводимые в сфере социально-экономического развития муниципальных образований исследования показывают, что наряду с информацией об управляемых элементах необходимо создание системы показателей (индикаторов), которые будут использоваться для оценки содержания и характера происходящих в муниципальном образовании социальных процессов по направлениям (сферам) муниципальной деятельности. Они должны характеризовать выбранные факторы, влияющие на развитие социальной сферы муниципального образования. Таким образом, основой единой информационной системы мониторинга сферы образования МО будет являться система показателей (индикаторов), обеспечивающая своевременное принятие управленческих решений и установку обратной связи органов управления муниципального образования с объектами сферы образования. Перечень и содержание показателей (индикаторов) должны быть гибкими и варьироваться в зависимости от складывающейся ситуации и особенностей социально-экономического развития региона.

Информация об основных элементах каждой из подсистем сферы образования должна наполнять банки данных, которые наряду с системой социального мониторинга позволят решать задачи более эффективного управления сферой образования МО в целом. Речь идет о создании единого информационного пространства сферы образования МО, включении в него всех элементов на основе методов информационной логистики, предполагающей поставку необходимой информации в заданное место и время. Соответствующие базы данных и информационные сети должны стать информационно - обеспечивающей подсистемой как для прогнозно-аналитической работы, так и для взаимодействия органов управления МО с объектами сферы образования [1].

Сформированная по блокам и разделам информационная база данных является исходной базой для комплексного анализа текущего состояния сферы образования, на основе ранее сформированных тактических приоритетов, диагностики социальных проблем, выявления потенциала и ограничений развития сферы образования МО.

Нами предложена следующая последовательность действий при реализации программы создания единого информационного пространства сферы образования МО (рисунок 1).

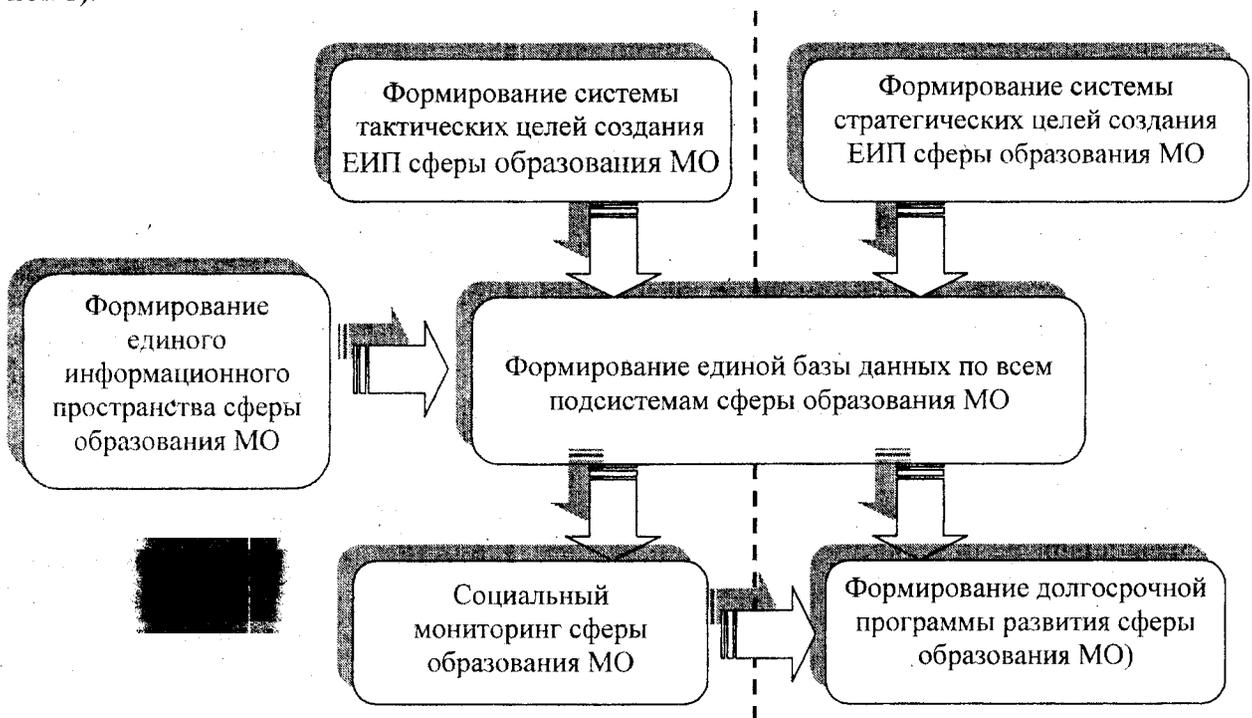


Рисунок 1 – Принципиальная последовательность создания единого информационного пространства сферы образования МО

Таким образом, одним из основных этапов организации ЕИП сферы образования региона является формирование системы показателей (индикаторов) состояния и развития данной сферы. Показатели, характеризующие процессы развития сферы образования МО, должны быть сформированы в соответствующие базы данных, которые будут использоваться специалистами органов управления для выборки в нужных разрезах показателей, объединения их, выполнения необходимых расчетов, проведения социального мониторинга и прогнозирования развития ситуации в данной сфере. Статистическая база данных наряду с информацией, поступающей от объектов сферы образования МО, представленных также базами данных и сформированных в виде целостной системы информационных ресурсов сферы образования МО, позволит создать мощную информационную поддержку процесса управления.

В основу построения системы показателей (индикаторов) состояния и развития сферы образования МО должны быть положены следующие принципы:

- соответствие общей методологии и принципам построения статистической информации, официально используемой государственными органами статистики;
- обеспечение единства методологии построения основных, сквозных показателей и их сопоставимость с аналогичными показателями в системе государственной централизованной статистики;
- удовлетворение потребностей органов управления социальной сферой в качественной и оперативной информации;
- соответствие содержания и состава системы показателей (индикаторов) предметам ведения местного самоуправления.

Объем работ, связанных со сбором и анализом информации о состоянии и развитии сферы образования МО, предпочтительно осуществлять посредством системы социального мониторинга.

Наименее проработанным звеном в системе стратегического мониторинга развития сферы образования является построение системы планируемых и контролируемых показателей. Они (показатели) должны максимально адекватно характеризовать сферу образования МО, то есть должны быть сначала определены микрообъекты наблюдений, периодичность сбора и источники информации о них, способ обработки и расчета показателей.

При отборе частных показателей возникает необходимость учесть основные социально-демографические и другие характеристики муниципального образования. Система показателей должна быть сформирована с учетом особенностей сферы образования МО, как объекта статистического изучения и тех задач, которые ставит практика управления социальной сферой муниципального образования на основе общих принципов построения системы статистических показателей.

В настоящее время не существует четко определенной системы показателей, позволяющих полно охарактеризовать ситуацию в сфере образования МО.

Так, например, Абдувалиевым С.К. в рамках диссертационного исследования, посвященного проблемам управления социально-экономическим развитием МО, для оценки состояния сферы образования МО предложены следующие показатели:

- входные показатели (количество дошкольных, внешкольных, общеобразовательных школьных, средних специальных, профессионально-технических и высших учебных заведений; численность учащихся в учебных заведениях; численность воспитателей / учителей / преподавателей в учебных заведениях; численность студентов ВУЗов и ССУЗов на 10000 человек населения; средний размер компенсации за обучение на платной (коммерческой) основе)
- выходные показатели (доля лиц, окончивших ССУЗы и ВУЗы, в структуре безработных; доля лиц, получивших среднее образование и продолживших обучение в ВУЗах и ССУЗах; средняя учебная нагрузка на учителя / преподавателя).

В диссертационном исследовании Гуляевой Л.В., посвященном вопросам совершенствования управления устойчивым социально-экономическим развитием МО, для оценки состояния системы образования МО были предложены следующие критерии:

- 1) процент трудоспособного населения: с высшим образованием; со специальным техническим образованием; безграмотных и малограмотных (до 5 классов);
- 2) обеспеченность: общеобразовательными школами (начального, основного, среднего образования); школами-интернатами, детскими домами; средними специальными учебными заведениями; детскими музыкальными школами; библиотеками.

К основным недостаткам существующих систем можно отнести направленность оценки только на характеристику фактического состояния сферы образования МО, тогда как при анализе, проводимом для стратегического планирования развития данной сферы, необходим гораздо более широкий спектр данных.

Для проведения качественного мониторинга, обеспечивающего адекватное отражение развития сферы образования МО, система показателей должна соответствовать ряду требований: комплексность, универсальность, достаточность, реалистичность, адаптивность, открытость, однозначность, целенаправленность, научность, объективность, комплексность, системность.

Возникает необходимость создания системы показателей состояния и развития сферы образования МО, которая должна быть нацелена на статистическое сопровождение и обеспечение процессов планирования развития данной сферой, быть относительно несложной технически и, вместе с тем, решать поставленные задачи.

Одним из наиболее важных информационных ресурсов с точки зрения анализа и прогнозирования социальных процессов, разработки муниципальных программ развития, возможности сравнительной оценки является муниципальная статистика.

Муниципальная статистика – система статистической информации, характеризующая состояние массовых явлений и процессов, входящих в предмет ведения органов местного самоуправления. Центральным звеном содержания муниципальной статистики является разработка соответствующих статистических показателей.

В 1996 г. на основании Постановления Правительства РФ "О развитии системы муниципальной статистики" с целью оказания методической помощи в организации муниципальной статистики Госкомстатом РФ был разработан и утверждён "Примерный Перечень статистических показателей социально-экономического положения муниципальных образований". Однако по поручению Президента РФ от 17.12.1997 г. № ПР-2104 Госкомстат РФ заменил данный Перечень Унифицированной системой показателей, характеризующих социально-экономическое положение муниципального образования. 09.01.1998 Постановлением Госкомстата этот Перечень был переутверждён с учетом замечаний региональных органов статистики. [3] Этот Перечень рекомендован к использованию местными органами управления с учётом специфики муниципальных образований, закреплённых их уставом и полномочиями муниципальных органов управления, муниципальных программ развития.

Для оценки организации, содержания и развития муниципальных учреждений сферы образования вышеупомянутым Перечнем предусмотрены следующие показатели (см. табл.1).

Система показателей муниципальной статистики должна характеризовать развитие сферы образования МО наиболее полным образом. Для этого система показателей (индикаторов) должна носить уникальный характер, присущий данному муниципальному образованию. Однако с другой стороны муниципальная статистика должна соответствовать требованиям Федерального законодательства, (Закон "Об общих принципах организации местного самоуправления в РФ") [4]. Для этого она должна строить свою систему в первую очередь на показателях, обязательных для учета в органах государственной статистики. В связи с этим в качестве базовых показателей (индикаторов) состояния и развития сферы образования МО предлагается использовать перечисленные выше показатели, утверждённые Постановлением Госкомстата РФ от 09.01.98 N 2.

Однако, учитывая направленность оценки с помощью данных показателей только на характеристику фактического состояния муниципального образования, необходимо признать, что использование только этих индикаторов не способно решить поставленные перед органами управления социальной сферой МО задачи, поскольку при анализе, проводимом для стратегического планирования социального развития, необходим гораздо более широкий спектр данных. Поэтому рекомендуется дополнить данную систему следующими показателями.

Таблица 1 - Унифицированная система показателей, характеризующих уровень развития сферы образования МО

Показатели	Ед. изм.
Число дошкольных учреждений - всего	ед.
в них мест	
в том числе муниципальных	мест
в них мест	"-
Численность детей, посещающих дошкольные учреждения, - всего	чел.
из них муниципальные	"-
Введено в действие дошкольных муниципальных учреждений	ед.
Численность педагогических работников дошкольных учреждений	чел.
Число дневных общеобразовательных школ - всего	ед.
в том числе:	
муниципальных	"-
негосударственных (частных)	"-
из них для детей с недостатками умственного или физического развития	"-
Численность учащихся дневных общеобразовательных школ - всего	чел.
в том числе:	
муниципальных	"-
негосударственных (частных)	"-
из них для детей с недостатками умственного или физического развития	"-
Численность учащихся дневных общеобразовательных муниципальных школ, занимающихся во вторую смену	"-
их удельный вес в общей численности учащихся дневных общеобразовательных муниципальных школ	%
Средняя наполняемость классов (по группам классов)	чел
Численность преподавателей общеобразовательных школ	"-
из них для детей с недостатками умственного или физического развития	"-
Введено в действие общеобразовательных школ	учен. мест
Число учебных заведений начального профессионального образования	"-
в них учащихся	чел.
Число средних специальных учебных заведений	ед., учен.
в том числе:	
муниципальных	мест
негосударственных (частных)	"-
в них студентов	чел.
в том числе:	
в муниципальных	"-
в негосударственных (частных)	"-
Число высших учебных заведений	ед.
в том числе:	
муниципальных	"-
негосударственных (частных)	"-
в них студентов	чел.
в том числе:	
в муниципальных	"-
в негосударственных (частных)	"-

1. Показатели, характеризующие обеспеченность объектов сферы образования МО ресурсами, необходимыми для организации единого информационного пространства данной сферы (компьютерные сети общего пользования (корпоративные), служащие каналами передачи данных ЕИП, средства коммутации и управления информационными потоками). Это позволит определить, в какой степени каждый из субъектов сферы образования МО готов к интеграции в ЕИП и передаче информации.

2. Показатели, характеризующие обеспеченность населения услугами, например:

– обеспеченность детей в возрасте 1-6 лет местами в дошкольных образовательных учреждениях (количество детей на 100 мест);

– обеспеченность детей и подростков в возрасте 6-18 лет местами в школах при односменной учебе, мест/чел;

– обеспеченность молодежи в возрасте 18-30 лет местами в системе профессионального образования, мест/чел.

3. Показатели, характеризующие качество, предоставляемых населению образовательных услуг (показатели, характеризующие уровень квалификации работников образовательных учреждений, уровень успеваемости учащихся по отдельным дисциплинам, доля населения с высшим образованием, результаты выпускных экзаменов в школах (ЕГЭ), число студентов высших учебных заведений на 1000 населения и др. показатели).

4. Прогнозные значения отдельных показателей. Статистическое прогнозирование показателей состояния объектов сферы образования МО и анализ динамики их развития на основе прикладных математических моделей (моделей авторегрессии, корреляционно-регрессионного анализа, спектрального анализа динамических рядов) будет способствовать выработке обоснованных и эффективных управленческих решений на долгосрочную перспективу, например, решений об определении потребности в финансировании объектов сферы образования МО, а также определении приоритетности и направлений финансирования. К примеру, прогнозные данные о снижении уровня рождаемости могут стать основой для принятия решения о перераспределении средств финансирования в сторону качественного (повышение уровня квалификации педагогических работников, развитие материально-технической базы), а не количественного развития учреждений дошкольного среднего образования.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Постановление Госкомстата РФ «Об утверждении унифицированной системы показателей, характеризующих социально-экономическое положение Муниципально-образовательных учреждений» [Текст] / 09.01.1998 г. №2

2 Абдувалиев, С.К. Управление социально-экономическим развитием Муниципальных образований: обобщение опыта России и республики Узбекистан [Текст]: дис. канд. экон. наук. – 080005. – Иркутск, 2006. – 201с.

3 Гуляева, Л.В. Совершенствование системы планирования и прогнозирования социально-экономического развития муниципальных образований [Текст]: дис. канд. экон. наук. – 080005. – Барнаул, 2006. – 216с.

**Константинова Ольга Викторовна**

Ассистент кафедры «Менеджмент»

ГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» Новомосковский институт (филиал), г. Новомосковск, Тульской обл.

Тел. (48762) 4-64-25

E-mail: konstantinova.o@mail.ru

**Суркова Татьяна Владимировна**

Доцент кафедры «Менеджмент», к.э.н.

ГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» Новомосковский институт (филиал), г. Новомосковск, Тульской обл.

Тел. (48762) 4-64-25

E-mail: tsurkova@rambler.ru

**Переверзева Маргарита Николаевна**

Доцент кафедры «Менеджмент», к.э.н.

ГОУ ВПО «Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева» Новомосковский институт (филиал), г. Новомосковск, Тульской обл.

Тел. (48762) 4-64-25

E-mail: konstantinova.o@mail.ru

УДК 621.396.218

КОРМИЛИЦЫНА Т.В., МИРОНОВА С.М., СОКОЛОВА С.Н.

## ПРОБЛЕМА ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ СИМВОЛЬНОЙ МАТЕМАТИКИ В ВЫСШЕЙ ШКОЛЕ

The problems and possibility of the using the systems computer mathematics when learning in high school. It Is Analysed experience of the using professional and liberally spread systems on example of the systems Maple, MathCAD, GAP. Cite an instance decisions of the problems to theories of the groups on language of the system GAP.

Современный период развития сферы российского образования характеризуется процессом информатизации, который предполагает реализацию возможностей информационных технологий с целью совершенствования учебно-воспитательного процесса, организационных форм и методов обучения, воспитания, обеспечивающих развитие учащегося, формирование у него умений осуществления самостоятельной учебной деятельности по сбору, обработке, передаче информации об изучаемых объектах, явлениях, процессах.

В первое время область применения ЭВМ составляли численные расчёты и моделирование. В начале 90-х появились системы компьютерной алгебры, лежащей в основе программирования научных задач на стыке математики и программирования. Компьютерная математика не только вобрала в себя весь арсенал классической математики, но и обогатила её множеством новых, поистине революционных идей.

Эта математика уже реализована аппаратно (например, в математических сопроцессорах и микрокалькуляторах с символьными вычислениями) и программно (в виде систем символьной математики). Самой важной и отличительной особенностью ее является практическая направленность на автоматизацию любых видов вычислений.

Отметим, что термин «компьютерная математика» (в настоящее время чаще употребляют «символьная математика») включает в себя совокупность теоретических и методических, современных программных и аппаратных средств, позволяющих производить все математические вычисления с высокой степенью точности и производительности, а также строить сложные цепочки вычислительных алгоритмов с широкими возможностями визуализации процессов и данных при их обработке. Современные системы к своим «алгебраическим» возможностям добавили возможности мощного численного процессора, а также редактора научных текстов с полиграфическим качеством документов, качественную графику и визуализацию исследований.

В государственных стандартах нового поколения перечислены конкретные системы символьной (компьютерной) математики, возможности которых студенты высшей школы должны освоить и применять в своей будущей профессиональной и научной деятельности. В частности, названы системы Maple, Mathematica, MathCAD, Derive, MatLab. Несколько лет назад изучение таких систем было доступно в силу наличия так называемых условно-бесплатных версий для высшей школы. Особой популярностью у студентов, как показал наш опыт, пользовались системы MathCAD и Maple.

Математик почти на каждой стадии своих исследований использует ряд формул, не вникая в их доказательство. Если исследование предмета требует большей точности или применяемая формула не «работает» в данном случае, появляется необходимость разобраться в доказательстве формулы и модернизировать как его, так и саму формулу соответственно случаю.

Программа MathCAD (здесь и в дальнейшем под словом MathCAD может подразумеваться имя любой системы символьной математики) фактически представляет собой расширенное средство применения определенных формул. Таким образом, может идти речь не о

замене математического мышления программой, а о новом, несравненно более мощном виде «справочника формул». В отличие от простого справочника по математике, налицо такие средства, как численное решение и символьные преобразования, продвинутые возможности графики, программирование алгоритмов и т.д. С другой стороны, в математике перед употреблением формулы происходит анализ ситуации на возможность ее применения, т.е. анализируется выполнение условий применимости (истинности) формулы и, по надобности, ситуация преобразуется так, чтобы можно было применить данную формулу. Нужно удостовериться, что вложенные в компьютерную программу, например в MathCAD, символьные преобразования происходят точно по общепринятым законам математической логики.

Рассмотрим случай кратного интегрирования в случае двух и трех измерений. Обычной задачей является вычисление кратного интеграла по данной подынтегральной функции и уравнениям поверхностей, ограничивающих область интегрирования. Но как определить по уравнениям поверхностей существование (и/или единственность) ограниченной данными поверхностями области? Если имеется какое-нибудь интуитивное предположение, то проверка его путем решения систем неравенств явным путем даст ответ на поставленный вопрос. Это интуитивное предположение можно получить с помощью MathCAD. В самом деле, в программе имеются мощные, но, разумеется, не универсальные средства графического изображения поверхностей. Вполне отдавая себе отчет, что сегодняшняя компьютерная графика не в силах воспроизвести, например, рисунок графика простейшей, с точки зрения математического анализа, функции Дирихле, все-таки построенные в MathCAD рисунки графиков могут служить хорошим средством «увидеть» искомую ограниченную область. После этого, разумеется, обязательно нужно произвести точное доказательство существования и ограниченности «увиденной» фигуры по уравнениям поверхностей. Таким образом, MathCAD применяется на этапе создания рабочей гипотезы – интуитивного предположения.

Перейдем к применению MathCAD конкретно в случае математического анализа. В этой области в основном интересны не численные результаты, а «функциональные» свойства рассматриваемых математических объектов, такие, как существование предела, наличие и анализ точек разрыва, дифференцируемость, интегрируемость и т.д. Например, не представляется корректным, с математической точки зрения, численное «доказательство» существования предела, во время которого записывается алгоритм численного вычисления  $\delta$  по данному  $\varepsilon$ . В математическом анализе в этом случае акцент стоит на доказательстве существования решения определенного неравенства или же уравнения, хотя, разумеется, в определенных вопросах могут представлять интерес и конкретные числовые значения. Также численное вычисление предела – скорее область численных методов, а не математического анализа.

Практика использования систем символьной математики показала существенное повышение мотивации изучения высшей математики и ее специальных разделов, так как решение любой математической задачи, выполненное в некоторой системе символьной математики, требует дальнейшего аналитического осмысления, так как при всей своей «интеллектуальности» системы являются все же программными продуктами со всеми более или менее присущими им достоинствами и недостатками.

Следует отметить, что у студентов-физиков большей популярностью пользовалась система MathCAD. Студенты-математики отдавали предпочтение системе Maple с ее богатой библиотекой расширений. Программа Maple корпорации Waterloo Maple Inc. — патриарх в мире систем символьной математики. Эта система, снискавшая себе мировую известность и огромную популярность, является одной из лучших среди систем символьной математики, позволяющих решать математические задачи в аналитическом виде. Все эти возможности в сочетании с прекрасно выполненным и удобным пользовательским интерфейсом и мощной справочной системой делают Maple первоклассной программной средой для решения разнообразных математических задач: от самых простых до самых сложных.

В качестве иллюстрации приведем таблицу 1 сравнения встроенных алгоритмов в системы Maple и MathCAD, предназначенных для решения некоторых задач линейной алгебры. Подобные таблицы позволяют увеличить процент запоминаемости синтаксиса встроенных алгоритмов систем символьной математики.

Таблица 1 – Сравнение встроенных алгоритмов решения задач линейной алгебры

Система	Решение уравнений		Решение систем уравнений		Решение неравенств	Решение систем неравенств
	Линейных	Нелинейных	Линейных	Нелинейных		
Maple	Solve	Solve fsolve	Solve	Solve	Solve	Solve
MathCAD	Solve	Root	Блок Given-Find		Блок Given-Find	
	polyroots					

Казалось бы, почему при таком раскладе системы символьной математики не получают достаточно широкого распространения и применения при изучении математики в высшей школе? Причин несколько. Конечно, во-первых, это стоимость систем. В настоящее время оснащение компьютерных классов специализированными предметными программами является делом дорогостоящим и поэтому малоприменимым на практике. Во-вторых, это кадровый вопрос. Чтобы реализовать обучение высшей математике с применением систем символьной математики, необходимы специалисты, в равной степени хорошо владеющие и математикой, в том числе методикой её преподавания, и программированием. Тем более, что справочная литература по такого рода программам труднодоступна, несмотря на большую популяризацию и подвижническую деятельность в этом вопросе уважаемого нами доктора технических наук Дьяконова В.П., без работ и книг которого применение систем в вузе было бы просто невозможно. Сделаем ссылку только на работу [2], хотя имеется целый список подобных работ по всем без исключения перечисленным системам символьной математики.

Актуальной стала задача использования «альтернативных» свободно распространяемых систем символьной математики. Анализ рынка таких программных средств привел к плачевным выводам: по разным причинам разнообразие ассортимента отсутствует. Однако наши поиски дали неожиданно положительный результат: обнаружена созданная достаточно давно система символьной математики GAP, правда, предназначена она в основном для решения задач теории групп. Система доступна на сайте [3].

Система символьной алгебры GAP, название которой расшифровывается как "Groups, Algorithms and Programming" ("Группы, алгоритмы и программирование"), была спроектирована в 1985 году как инструмент комбинаторной теории групп – раздела алгебры, изучающего группы, заданные порождающими элементами и определяющими соотношениями. Однако с выходом каждой новой версии программы сфера ее применения охватывала все новые и новые разделы, и сейчас это довольно масштабная по своему охвату система. Основные центры разработки системы находятся в университетах г.Сент-Эндрюс (Шотландия), г. Ахен, Брауншвейг (Германия), Университете штата Колорадо (США).

Система GAP является свободно распространяемой, открытой и расширяемой системой. Она распространяется в соответствии с GNU Public License. Система поставляется вместе с исходными текстами, которые написаны на двух языках: ядро написано на Си, а библиотека функций – на специальном языке, также называемом GAP, который по синтаксису напоминает Pascal, однако является объектно-ориентированным, на котором можно создавать собственные программы и расширять систему. При анализе информационных источников найдены работы, использующие GAP в научных исследованиях и посвященные теории групп [4].

В своей работе приведем оригинальные алгоритмы решения некоторых задач теории групп в системе GAP, сформулированные в [1].

**Задача 1 [1, с. 48].** Элементы  $aba^{-1}b^{-1}$  произвольной природы группы  $G$  и их произведения (взяты в конечном числе) образуют группу, называемую коммутантом группы  $G$ . Эта подгруппа является нормальной и факторгруппа по ней абелева. Каждая нормальная подгруппа, факторгруппа по которой абелева, содержит коммутант.

```
gap> g:=Group((1,2,3,4),(1,2));;NormalSubgroups(g);
[Group(), Group([(1,4)(2,3), (1,3)(2,4)]), Group([(2,4,3), (1,4)(2,3), (1,3)(2,4)]),
Group([1,2,3,4], (1,2) ) ]
gap> n:=Subgroup(g,[(1,4)(2,3),(1,3)(2,4)]);
Group([ (1,4)(2,3), (1,3)(2,4) ])
gap> CommutatorFactorGroup(g);
Group([ f1 ])
gap> CommutatorSubgroup(Group((1,2,3),(1,2)),Group((2,3,4),(3,4)));
Group([ (1,4)(2,3), (1,3,4) ])
gap> d:=Group([(1,4)(2,3),(1,3,4)]);
Group([ (1,4)(2,3), (1,3,4) ])
gap> IsNormal(d,g);
true
gap> HasAbelianFactorGroup(g,d);
true
gap> HasCommutatorFactorGroup(f);
true
```

**Задача 2 [1, с. 44].** Абелевы группы не имеют внутренних автоморфизмов, отличных от тождественного.

```
AbelianGroup([1,2,3]);
<pc group of size 6 with 3 generators>
gap> d:=AbelianGroup([1,2,3]);
<pc group of size 6 with 3 generators>
gap> au:=AutomorphismGroup(d);
<group with 2 generators>
gap> InnerAutomorphismsAutomorphismGroup(au);
<trivial group>
```

Таким образом, так как насущным требованием времени стало обязательное владение возможностями систем символьной математики, следует расширять класс используемых программных продуктов и за счет имеющихся свободно распространяемых систем, любезно представленных разработчиками и постоянно совершенствующихся и расширяющихся.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ван дер Варден, Б. Л. Алгебра [Текст] / Б. Л. Ван дер Варден. – М.: Наука. 1979. – 650 с.
2. Дьяконов, В.П. Mathematica в математических и научно-технических расчетах [Текст] / В.П. Дьяконов. – М.: Солон-Пресс. 2004. – 696 с.
3. GAP - Groups, Algorithms, Programming - a System for Computational Discrete Algebra [Электронный ресурс] / <http://www.gap-system.org/Download/copyright.html>
4. Украинская группа пользователей GAP [Электронный ресурс] / <http://ukrgap.exponenta.ru/>

### **Кормилицына Татьяна Владимировна**

Доцент кафедры информатики и вычислительной техники, к.ф.-м. н.  
Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева, г.Саранск  
Домашний адрес 430000, Республика Мордовия, г. Саранск, проспект Ленина, дом 3, кв. 61  
Тел.: + 7(0834)47-60-58  
E-mail: kortv58@mail.ru

### **Миронова Светлана Михайловна**

Студентка физико-математического факультета  
Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева, г.Саранск  
Тел.: + 79179946247  
E-mail: sv\_e\_t\_l\_a\_n\_ka@mail.ru

### **Соколова Светлана**

Студентка физико-математического факультета  
Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева, г.Саранск  
Тел.: + 79513420009

КОСТЮКОВА Т.П., ЛЫСЕНКО И.А.

## ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ ПРОСТРАНСТВО СОВРЕМЕННОГО ВУЗА

In this article the concept of the integrated informational environment of high school's educational space is expanded, the basic components of high school's informational environment that allow creating of a unified complex informational-technological the high school's management system is observed. It would help to solve problems in high education's sphere and increase the level of Russian education according to the European standards.

Реорганизация современного образовательного процесса является одним из проявлений сложных, многоуровневых социальных процессов, развернувшихся в последние десятилетия XX века. Информационная революция, глобализация мирового сообщества, интернационализация всех сторон социальной жизни поставили проблемы принципиально иного толка во всех областях человеческих знаний и предъявили людям, производственным корпорациям и государствам новые требования для выживания и развития. Все это не могло не затронуть сферу образования, более того, она оказалась в эпицентре мировых событий.

Развитие европейских университетов проходит в последние годы под знаком так называемого «болонского процесса». Оно предполагает совместное продвижение к следующим основным целям:

- принятие единой системы понятных и стандартных дипломов;
- переход к двухступенчатой системе высшего образования как базовой;
- введение системы кредитов;
- развитие академической мобильности;
- развитие европейского сотрудничества в контроле за качеством образования;
- содействие внедрению европейских ценностей в систему высшего образования.

Россия официально присоединилась к «болонскому процессу», взяв на себя обязательства соответствовать европейским стандартам и принципам в сфере высшего образования.

Сегодня очевидно, что те принципиальные основы построения образования, с успехом реализовавшиеся в прошлом, не соответствуют вызовам новейшего времени. Причем новейшим вызовам не соответствуют методологические, содержательные, технологические и организационные аспекты современного образования. Поэтому во всем мире осуществляется поиск новых основ образования, способных соответствовать тем вызовам, которые принес с собой XXI век.

В качестве методологического подхода, позволяющего выработать решение многих проблем образования в вузе, выступает подход, основанный на концепции интегрированной информационной среды образовательного пространства вуза, целью которой является обеспечение информатизации системы образования и науки и выход на современный уровень развитых стран.

Интегрированная информационная среда - это взаимодействие, объединение отдельных элементов системы образования между собой с целью получения нового качества, недостижимого при наличии отдельных компонентов, за счет организации их в систему.

Информационная научно-образовательная среда вуза складывается из следующих основных компонентов:

- информационных ресурсов, содержащих данные, сведения и знания, зафиксированные на соответствующих носителях информации;
- организационной структуры, обеспечивающей функционирование и развитие информационного пространства вуза, в том числе сбор, обработку, хранение, распространение, поиск, передачу и защиту информации;
- средств информационного взаимодействия подразделений, сотрудников и студентов вуза, в том числе программно-технических средств и организационно-нормативных документов, обеспечивающих доступ к информационным ресурсам на основе соответствующих информационных технологий, а также нормативно-распорядительных документов, регламентирующих функционирование и развитие среды.

Информационная научно-образовательная среда вуза позволяет осуществить:

- совершенствование системы управления вузом в его основных направлениях деятельности (образовательной, научной, инновационной) за счет информатизации и интегрирования информационно-вычислительных ресурсов в единую информационную научно-образовательную среду вуза;
- внедрение новых информационных технологий в основные направления деятельности вуза;
- интегрирование информационных ресурсов вуза на основе распределенных архитектур данных;
- обмен информацией с различными вузами региона для координации научно-практических разработок с целью формирования единого республиканского информационного образовательного пространства.

Образовательное пространство вуза выступает в качестве лишь одного компонента более сложной многоуровневой социальной системы, являясь тем фундаментом, на котором держится образовательное пространство иных уровней. Интеграция всех уровней образования при решении проблем создания и развития телекоммуникационных систем и образовательных сетей предполагает согласованные действия по реализации федеральных и региональных проектов, направленных на успешную интеграцию российской высшей школы в единое европейское образовательное пространство.

Рассмотрим основные составляющие информационной среды вуза.

В ходе информатизации высшего образования в вузах республики накапливается достаточно большое количество информационных ресурсов, необходимых не только в работе конкретного учебного заведения, но и для всей системы образования: разрабатываются и активно используются электронные учебные средства, пособия, компьютерные задачки, практикумы, лабораторные работы, различные программные средства. В электронную форму переведено большинство используемых на практике научных и методических разработок. Дальнейшее развитие получают новые формы образовательной деятельности, основанные на преимуществах новейших информационных технологий, к числу которых, в первую очередь, относится дистанционное образование.

Процесс дистанционного обучения представляет собой информационный процесс, построенный по принципу обратной связи, включающий следующие этапы:

- планирование процесса обучения на семестр, осуществляемое деканатом;
- подготовка учебно-методических комплексов (УМК) по дисциплинам кафедры;
- компьютерное обучение дисциплинам, когда обучаемый самостоятельно работает над комплексом дисциплин, используя учебно-методические материалы, при этом средством обучения на этом этапе являются электронные учебники по дисциплинам, мультимедийные образовательные ресурсы к учебно-методическим комплексам;
- работы с преподавателем, когда обучаемый работает под руководством преподавателя, осуществляющего консультации, дополнительное обучение, оценку знаний обучаемого.

В качестве информационного ресурса, используемого в различных сферах деятельности вузов, являются кадровый, методический, содержательный и технологический аспекты, предоставляемые посредством телекоммуникационных сетей и, в частности, Интернет.

В современных условиях функционирования вуза, осуществляющего подготовку студентов по различным специальностям и направлениям, важным аспектом деятельности является анализ постоянно и стремительно увеличивающегося объема информации. Умение свободно ориентироваться в общемировом информационном потоке информации, квалифицированно находить и обрабатывать необходимую информацию и на ее основе принимать решения - это те качества, которыми наряду с профессиональными знаниями, должны владеть специалисты современного поколения. Поэтому для организации доступа к информации все активнее внедряются телекоммуникационные технологии, направленные на внедрение новых информационных технологий и компьютеризацию информационных ресурсов библиотечного фонда вуза.

Помимо информационных ресурсов для осуществления научно-образовательной деятельности вуза важную роль играют ресурсы, обеспечивающие жизнедеятельность вуза: финансовые, материальные, трудовые и т.д. Эти ресурсы используются для решения различных задач и затрагивают основные стороны деятельности вуза: в области финансового планирования и бухучета, управления персоналом, управления учебным процессом, предоставления оперативной и внешней отчетности, ведения электронного документооборота.

Для построения единого информационного пространства вуза следует реализовать следующие принципы работы с информационными ресурсами:

- оперативное предоставление требуемой информации в понятной и доступной форме;
- удобный пользовательский интерфейс доступа к основным информационным ресурсам вуза;
- периодическое обновление, дополнение ресурсов и методов работы с ними;
- обеспечение защиты информационных ресурсов от несанкционированных действий;
- обеспечение интегрируемости информационных ресурсов. Для создания единого информационного пространства вуза должны быть заложены механизмы для интеграции всех типов ресурсообеспечивающих технологий;
- обеспечение открытости информационных ресурсов вуза. Информационное пространство вуза должно иметь возможность обмена информацией между вузами с целью пополнения и обновления ресурсов, обмена опытом, знаниями с другими вузами и организациями.

Необходимым компонентом информационной среды образовательного пространства вуза и одним из наиболее важных факторов повышения эффективности деятельности вуза является рациональная организация управления, охватывающая все сферы деятельности вуза, такие, как:

- управление образовательным процессом;
- управление инновационными, образовательными, научно-производственными и научно-исследовательскими проектами;
- управление кадрами;
- управление экономикой и финансами;
- управление поддерживающими функциями (формирование отчетности, электронный документооборот, управление информационными ресурсами и пр).

Управление учебным процессом по цепочке "кафедра - деканат - ректорат" обеспечивает информацией для принятия решений на уровнях:

- руководства вуза, которому необходима информация для анализа деятельности и стратегического планирования развития вуза, финансово-экономического прогнозирования и т. д.;
- руководителей подразделений, которым требуется информация для оперативного планирования и координации действий сотрудников подчиненных им подразделений;
- рядовых сотрудников, получающих эффективные инструменты для выполнения должностных обязанностей и принятия оперативных решений;
- студентов и преподавателей, внешних пользователей, имеющих информацию о ходе учебного процесса и деятельности университета.

При принятии решений на соответствующем уровне управления базовой информацией является количественный состав студентов, структура профессорско-преподавательского состава (ППС) кафедры, цена образовательных услуг вуза.

В [1] предложена модель оптимизации плана приема студентов на 1 курс. Общее количество студентов вуза зависит от контингента студентов 1 курса. Штатное расписание профессорско-преподавательского состава, нагрузка преподавателей, количество групп и потоков и т.д. зависит от общего количества студентов. Таким образом, на основе предложенной модели оптимизации плана приема студентов рассчитывается оптимальный контингент студентов 1 курса.

Существенную роль в процессе подготовки специалистов играет рынок образовательных услуг преподавателей соответствующего вуза, от категории ППС, выполняющих свою нагрузку, а также качества предоставления ими знаний в итоге зависит качество выпускников вуза. На основе модели формирования рациональной структуры ППС кафедры рассчитывается оптимальное количество сотрудников кафедры.

Для повышения качества образования необходимо развитие инфраструктуры, которое должно предполагать оснащение на современном уровне не только учебных, но и административных подразделений университета, для организации управления в вузе необходима информатизация структурных подразделений:

- автоматизация библиотеки, организация и использование электронных информационных ресурсов в библиотеке вуза;
- информационное обеспечение Управления бухгалтерского учета и финансового контроля;
- информатизация Учебно-методического управления;
- информатизация Управления кадров;
- информатизация Ученого совета, Управления по подготовке специалистов высшей квалификации.

Организационная структура вуза, обеспечивающая эффективное функционирование и развитие информационного пространства вуза, должна быть гибкой и динамичной, поддерживать образовательные и административные функции, осуществлять лёгкость доступа к информации в условиях открытого информационно-образовательного пространства к ресурсам подразделений вуза, его филиалов и других вузов. Для решения данной проблемы необходимо проведение комплекса работ:

- сбор данных о характеристиках и взаимосвязях элементов структуры в системе управления деятельностью вуза;
- определение степени управленческого и информационного дублирования;
- анализ и оценка эффективности выбранной структуры управления;
- определение направлений повышения эффективности структуры управления образовательным процессом в вузе, обеспечивающих конкурентоспособность выпускников на рынке труда.

Управление в вузе связано с обменом информацией между структурными подразделениями вуза. Качество управления зависит от множества разнообразных факторов и в значительной степени от обоснованности управленческих решений и процедуры их принятия. В этих условиях возрастает роль и значение информации как продукта, проходящего цикл с обратной связью: получение – аналитическая обработка – распределение и выбор правильного решения на основе этой информации, т. е. информацию можно рассматривать важным элементом для эффективного выполнения информационно-аналитической работы в вузе.

Управление информационными ресурсами подразделений вуза подразумевает выполнение таких функций, как:

- оценка информационных потребностей на каждом уровне и в рамках каждой функции управления;
- изучение документооборота подразделения вуза, его рационализация, стандартизация типов и форм документов, типизация информации и данных, позволяющая осуществлять хранение и обработку информации в едином информационном пространстве;
- преодоление проблем несовместимости типов данных;
- создание системы управления данными с использованием развитых технологических средств интеграции с прикладными системами и базами данных;
- интегрирование в единую базу данных всех информационных потоков.

Последнее показывает актуальность применения информационных хранилищ, представляющих собой базу обобщенной информации, формируемую из множества внешних и внутренних источников, на основе которой выполняются статистические группировки и интеллектуальный анализ данных, т.е. успешно развивающаяся технология Хранилищ данных – весьма перспективный инструмент при управлении информационными ресурсами в вузе.

Таким образом, необходимость оперативного реагирования на быстро меняющуюся экономическую ситуацию требует перестройки микроэкономики вуза, оптимизации процессов управления, т.е. интеграции задач стратегического управления и оперативной деятельности функциональных подразделений и администрации вуза на основе максимально эффективного использования всех имеющихся в распоряжении вуза информационных ресурсов при рациональной организации управления деятельностью вуза. Основные компоненты системы управления вузом позволяют создать единую комплексную информационно-образовательную систему. Комплексная информационно-технологическая среда вуза будет представлять собой многофункциональный комплекс информационно-технологических, организационно-управленческих, учебно-методических и технических компонентов, позволяющих эффективно использовать современные информационные технологии и передовой педагогический опыт, обеспечивающих доступность, индивидуализацию образовательного процесса и качество образования, повышение эффективности подготовки научно-педагогической продукции и наукоемких технологий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Костюкова, Т. П. Теоретические основы информатизации управления вузом на примере оптимизации плана приема студентов [Текст] / Т.П. Костюкова, И.А. Лысенко // Университеты в образовательном пространстве региона: опыт, традиции и инновации: Материалы научно-методической конференции. - Петрозаводск: ПетрГУ, 2007. - Ч.1. - С. 184-187.

**Костюкова Татьяна Петровна**

Профессор кафедры экономической информатики, д.т.н.

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Тел.: (3472) 25-54-32

E-mail: ktp@ufanet.ru

**Лысенко Ирина Алексеевна**

Ст. преподаватель кафедры экономической информатики

Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа

Тел.: (3472) 73-68-46

E-mail: a\_lysenko@pochta.ru

УДК 004.031.42

ЛАЧИНОВ С.Ю.

## **ПРОБЛЕМЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ВНЕДРЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОФЕССИОНАЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ**

The main aim of the article is to compare the Computer Aided Instruction and Computer Aided Learning models. The role of the information technologies supporting the on-line training has revealed. Experience of designing of remote rates is generalized and ways of development e-learning are shown.

Развитие Интернета и Web-технологий дало новые возможности использования технологий дистанционного обучения, и сегодня достаточно часто термин «дистанционное» используется в отношении «онлайн-обучения».

В зарубежной практике для технологий дистанционного обучения принята следующая терминология: Computer Aided Instruction (CAI) – компьютерное программированное обучение и Computer Aided Learning (CAL) – изучение с помощью компьютера. В определенном смысле подобная классификация является весьма условной, поскольку в ней, по сути дела, происходит пересечение отдельных технологий.

Компьютерное программированное обучение – это технология, обеспечивающая реализацию механизма программированного обучения с помощью соответствующих компьютерных программ.

Программируемые обучающие курсы особенно популярны для асинхронного изучения. Теперь такое обучение часто упоминается как «традиционное», и большинство курсов, доступных в Интернете, основаны на этой модели. Разработчик, по существу, разрезает содержание на управляемые куски текста (возможно, дополненные аудио/видеофрагментами и графикой), и позволяет работать студенту через экран в его собственном темпе. Последовательность инструкций разнообразится частыми вопросами и обратной связью. Некоторые программы формируют новые предложения при неправильных ответах, но чаще всего программа просит учащегося попробовать ответить на вопрос снова. Обучающие программы могут быть индивидуализированы (на основе предварительного теста или данных, которые вводит студент о себе), но пока очень немногие курсы основаны на профиле студента. Многие из этих возможностей полностью совместимы с основной теорией обучения, но контент – главным образом текст – часто критикуется, как раздражающий и «детский». Кроме того, не всегда имеется возможность взаимодействовать с другими слушателями или преподавателем.

Изучение с помощью компьютера предполагает самостоятельную работу обучаемого по изучению нового материала с помощью различных средств, в том числе и компьютера. Если в компьютерном программированном обучении возможно использование самых разнообразных технологических средств (в том числе и традиционных – учебников, аудио- и видеозаписей и т.п.), то изучение с помощью компьютера предполагает использование преимущественно программных средств, обеспечивающих эффективную самостоятельную работу обучаемых и всевозможные формы передачи знаний (с участием педагога и без).

Есть и другие учебные модели, которые иногда реализуются на базе IP-технологий. Изучение опыта, проекта (case study) или типовой ситуации – три хороших метода, отмечают исследователи проблемы, но эти методы редко используются, возможно, из-за высокой стоимости разработки и из-за того, что изучаемый конкретный опыт или проект редко бывает масштабируемым.

Дистанционное обучение через Интернет или онлайнное обучение мы определяем, как комплекс программно-технических средств, методик и организационных мероприятий, которые позволяют обеспечить доставку образовательной информации учащимся по компьютерам, а также проверку знаний, полученных в рамках курса обучения конкретным слушателем или студентом.

Основное требование, которое должно соблюдаться у программных средств, ориентированных на применение в образовательном процессе, – это легкость и естественность, с которыми обучаемый может взаимодействовать с учебными материалами. Соответствующие характеристики и требования к программам принято обозначать аббревиатурой HCI (*англ.*: Human-Computer Interface – интерфейс человек-компьютер). Этот буквальный перевод можно понимать, как «компьютерные программы, диалог с которыми ориентирован на человека».

Подводя итог, отметим, что онлайнное обучение становится известным и будет развиваться независимо от того, есть стандарты или нет. Обобщения и рекомендации, которые были сделаны на основе общих закономерностей обучения взрослого человека, остаются в значительной степени правильными и применимыми и для онлайнных курсов (индивидуальные скорость и способы восприятия, частая практика, немедленное закрепление, акцент на результатах). При этом необходимо учитывать, что:

1. Люди могут предпочитать различные стили обучения. 30% взрослых говорят, что лучше воспринимают информацию «на слух»; другие 30% предпочитают учиться, читая и размышляя при этом самостоятельно.

2. Субъективная для каждого конкретного слушателя трудность материала влияет на стиль обучения. В некоторых случаях следует учесть пол и традиционную культуру.

3. Понимание не обязательно происходит линейно при раскладке задачи/объекта на более простые составные части, а при изучении сложных тем слушатели должны чувствовать себя комфортно.

Тем не менее, появление технологий поддержки систем онлайнного обучения не привело к резкому повышению качества дистанционного обучения, поскольку в большинстве разработчики не принимают во внимание основные законы преподавания и обучения и продолжают использовать в обучении взрослых главным образом стандартные модели. Поэтому онлайнные курсы останутся довольно нудными, тяжелыми для восприятия и не адаптированными к индивидуальным стилям обучения людей. Нормы отказа от завершения курсов онлайнного образования останутся значительно выше, чем у традиционного обучения.

Многие несложные задачи обучения могут быть выполнены с применением существующих систем дистанционного обучения, особенно если слушатели обладают высоким стремлением к получению знаний, а в случае использования накопленного опыта и применении лучших моделей обучения онлайнная технология позволит адекватно реализовать интеллектуальный потенциал всех субъектов образовательного процесса высокотехнологичными средствами образования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Башмаков, А.И. Разработка компьютерных учебников и обучающих систем [Текст] / А.И.Башмаков, И.А.Башмаков. – М.: Феликс, 2003. – 616 с. – 2100 экз. – ISBN 592160044-X (в пер.).

2. Еременко, В.Т. Методологические, технологические и социокультурные аспекты информатики [Текст]: монография / В.Т. Еременко, С.Ю. Лачинов, О.В. Третьяков. – Орел: Издательство ОРАГС, 2007. – 180 с. – 500 экз. – ISBN 978-5-93179-119-7 (в пер.).

3. Trucano, Michael. Knowledge Maps: ICT in Education [Text] / Michael Trucano. – Washington: infoDev / World Bank, 2005. – 77 p.

**Лачинов Сергей Юрьевич**

Доцент кафедры прикладной информатики в менеджменте, к.пед.н.  
Орловская региональная академия государственной службы, г.Орел  
Тел.: +7(4862)43-41-35  
E-mail: slachinov@orags.org

УДК 681.32 (075.8)

НЕУДАЧИН И.Г., РОГОВИЧ В.И.

## АРХИТЕКТУРА ПОРТАЛА ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ

Teletesting was conducted five years - since a 1997. Was paid and voluntary. After introduction of experiment on uniform graduation examinations (EGE) is not carried out. Some methodical finds Teletesting the management Rosobrasovanie plans to use hereafter for want of computerizations EGE ([www.ege.ru](http://www.ege.ru)).

Институт дополнительного образования и профессиональной переподготовки (ИДОПП) УГТУ-УПИ много лет занимается подготовкой выпускников школ к единому государственному экзамену (ЕГЭ) и успешно внедряет методики дистанционного обучения (портал [ucs-ustu.ru](http://ucs-ustu.ru)), поэтому в 2007 году он выиграл открытый конкурс на госзаказ Института развития регионального образования Свердловской области с целью: «Создание общедоступного Internet-ресурса для обеспечения самоподготовки обучающихся образовательных учреждений Свердловской области к прохождению итоговой аттестации в форме и по материалам ЕГЭ в рамках системы дистанционного обучения для подготовки выпускников и педагогических работников общеобразовательных учреждений к единому государственному экзамену». Предусмотрена подготовка выпускников по 12 дисциплинам. Смотрите официальный сайт Свердловской области [zakupki.midural.ru](http://zakupki.midural.ru).

### ВЫБОР ПРОТОТИПА СДО SAKAI

Для реализации проекта Internet-ресурса привлечена компания «Tandem. Автоматизация бизнеса» ([www.tandemservice.ru](http://www.tandemservice.ru)), которая предложила адаптировать и локализовать для этих целей версию системы дистанционного обучения (СДО) rSmart Sakai CLE ([rsmart.com/products/cle](http://rsmart.com/products/cle)). Система содержит богатый выбор инструментов, подходящих для проектирования среды учебного сообщества (CLE). Она внедряется в ряде университетов России ([dl.smolny.nw.ru/portal](http://dl.smolny.nw.ru/portal)), так как бесплатно распространяется с открытыми исходными кодами и её удобно локализовать в стране-резиденте. Портал СДО Sakai имеет модульную архитектуру в виде совокупности отдельных блоков-сайтов (рисунок 1).

#### *Структура портала ЕГЭ-телетестинг*

Сайт дисциплины 1 ЕГЭ

Сайт дисциплины 2 ЕГЭ

...

Ресурс должен обеспечивать подготовку выпускников школ по двенадцати дисциплинам, каждая из которых оформляется в виде автономного сайта. Разработан прототип сайта дисциплины, включающий основные и вспомогательные инструменты. Прототип сайта копируется, резервируется и редактируется в соответствии с особенностями конкретной дисциплины.

Инструмент «Уроки дисциплины» содержит структурированный учебный контент, соответствующий школьной программе.

Инструмент «Объявления» используется, чтобы проинформировать участников сайта о текущих важных событиях и изменениях. С помощью объявлений удобно информировать выпускников об условиях и правилах обучения, об изменениях сроков тестирования, времени или правилах проведения занятий.

Инструмент «Форум дисциплины» предназначен для организованного общения. Обсуждаемые вопросы распределяются по темам. Выпускники имеют возможность комментировать тему дискуссии или реплики-ответы других пользователей.

Инструмент «Тестирование по дисциплине» позволяет преподавателям и администраторам сайтов проводить online-опросы, контрольные и экзамены. Можно подготовить

для студентов задания, в которых нужно выбрать вариант ответа, указать «верно/неверно», дать короткий ответ, найти совпадение, заполнить пустое текстовое поле или приложить файл с ответом. Наборы вопросов удобно импортировать из файлов экспортированных тестов в формате XML стандарта QTI.

Инструмент «Зачетная книжка дисциплины» разрешает преподавателям записывать задания по курсу и соответствующие оценки учащихся, подсчитывать, хранить и сообщать учащимся информацию об оценках по курсу в режиме online.

Инструмент «Установка сайта». С помощью этого инструмента можно получить информацию о рабочем сайте. Помимо списков зарегистрированных пользователей сайта, этот инструмент позволяет вносить изменения в информацию о сайте, инструментах и правах доступа к сайту. С помощью этого инструмента можно также опубликовать рабочий сайт, сделать копию сайта, импортировать материалы с других сайтов и присоединить их к данному сайту.

Инструмент «Словарь дисциплины» содержит список терминов, их кратких описаний и полных словарных статей.

Оптимальная подборка инструментов формирует полную функциональную структуру сайта дисциплины ЕГЭ.

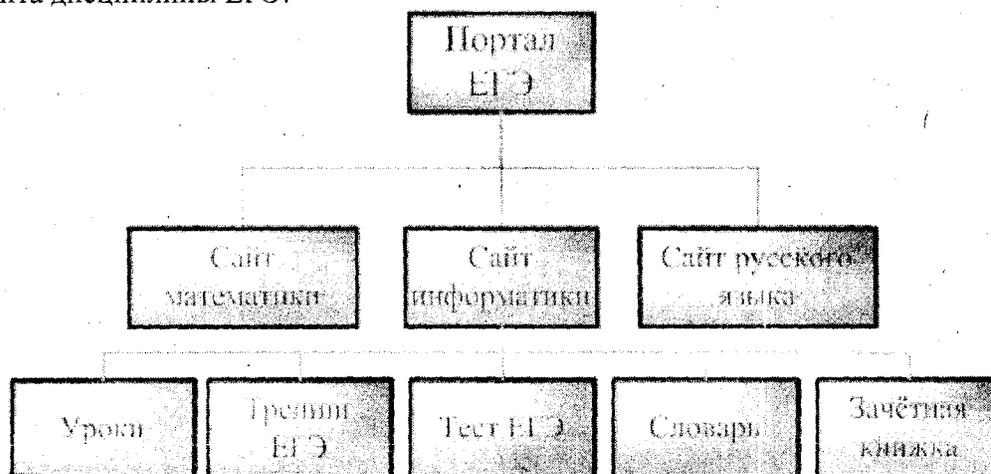


Рисунок 1 – Структура портала ЕГЭ

*Структура «сайта дисциплины 1»*

- Уроки дисциплины 1
- Тренинг по дисциплине 1
- Тест дисциплины 1
- Зачётная книжка дисциплины 1
- Словарь дисциплины 1
- Описание сайта дисциплины 1
- Поиск
- Помощь

*Структура «сайта дисциплины 2»*

...

Наборы инструментов группируются в последовательность трёх основных технологических подсистем, перечисляемых в рекомендуемой последовательности изучения: уроки, тренинг, тест и ряда вспомогательных страниц, которые объединяют сообщество изучения дисциплины средствами Internet-коммуникаций. Посещение всех страниц не обязательно. Исключением является тест – его выполнение определено, как цель регистрации в портале.

## УРОКИ ДИСЦИПЛИНЫ

Первая подсистема содержит «уроки дисциплины», разбитые на озаглавленные страницы. Заголовки удобны для ссылок на них, например, в случае неправильного ответа на вопрос. Страницы могут содержать текст, таблицы, изображения и вложенные файлы (в том числе мультимедийные). Уроки содержат учебные материалы в соответствии со стандартной школьной программой (рисунок 2). Здесь также подробно рассматриваются примеры ответов на основные типы вопросов ЕГЭ по дисциплине.

**TANDEM**  
e-Learning

[Logout](#)

My Workspace Administration Workspace Portfolio Admin ЕГЭ

Lessons

View Author Manage

Authoring options...

Add Module Add Content Edit Left Right Delete Make Inactive

Title	Next Steps	StartDate	EndDate
<input type="checkbox"/> 1. История ЕГЭ 2008 <ul style="list-style-type: none"><li><input type="checkbox"/> 1.1 Сдавать ЕГЭ по истории?</li><li><input type="checkbox"/> 1.2 Состав ЕГЭ по истории</li><li><input type="checkbox"/> 1.3 Части ЕГЭ по истории</li><li><input type="checkbox"/> 1.4 Инструкция по выполнению ра...</li><li><input type="checkbox"/> 1.5 Пояснения к демонстрационно...</li></ul>	<input type="checkbox"/>	02/06/2008 08:00 AM	02/06/2009 11:59 PM

Sakai Administrator

Save Cancel

Рисунок 2 – Разработка уроков

### Структура «уроков дисциплины»

Модуль 1. Пояснения к демонстрационному варианту

Секция 1.1

Текст

Таблица

Изображение

Вложенный файл до 20 МБ.

Секция 1.2

...

Модуль 2

...

### ТРЕНИНГ (РЕПЕТИЦИОННОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ)

Вторая подсистема является тренингом (практической работой) по разным типам вопросов ЕГЭ. Используется адаптированный инструмент «Тестирование по дисциплине». Тренинг по дисциплине имитирует в облегченном виде будущий тест ЕГЭ. Количество вопросов каждого типа сокращено по сравнению с тестом ЕГЭ, а время на выполнение такое же, как в тесте ЕГЭ. Выводятся пояснения и показываются правильные ответы. Ошибка анализируется и предлагается прочитать соответствующую страницу «Уроков дисциплины». Число попыток не ограничено.

## ТЕСТ ЕГЭ ДИСЦИПЛИНЫ

Третья подсистема – это собственно тест ЕГЭ по дисциплине. Его условия максимально приближены к стандартным требованиям. Время на выполнение теста ограничено правилами ЕГЭ для дисциплины. Дается одна попытка. Подсказки и правильные ответы не выводятся. Тест по каждому предмету включает вопросы и задания трех разных типов, разбитых на соответствующие секции:

А) Это вопросы с выбором ответа из четырех предложенных. Вопрос реализован в rSmart Sakai CLE типом «Множественный выбор». Задание проверяет знания учащегося (рисунок 3).

В) Это вопросы с кратким свободным ответом (одним словом или числом). Вопрос относится к типу «Заполнить пропуски». Он проверяет умения учащегося.

С) Это вопросы с развернутым свободным ответом (включающим словесное обоснование, математический вывод и т.п.). Ответ в развернутой форме прикладывается в виде файла (тип вопроса «Загрузка файла»), который получает и проверяет инструктор. Вопрос ориентирован на проверку самостоятельных навыков учащегося по дисциплине.

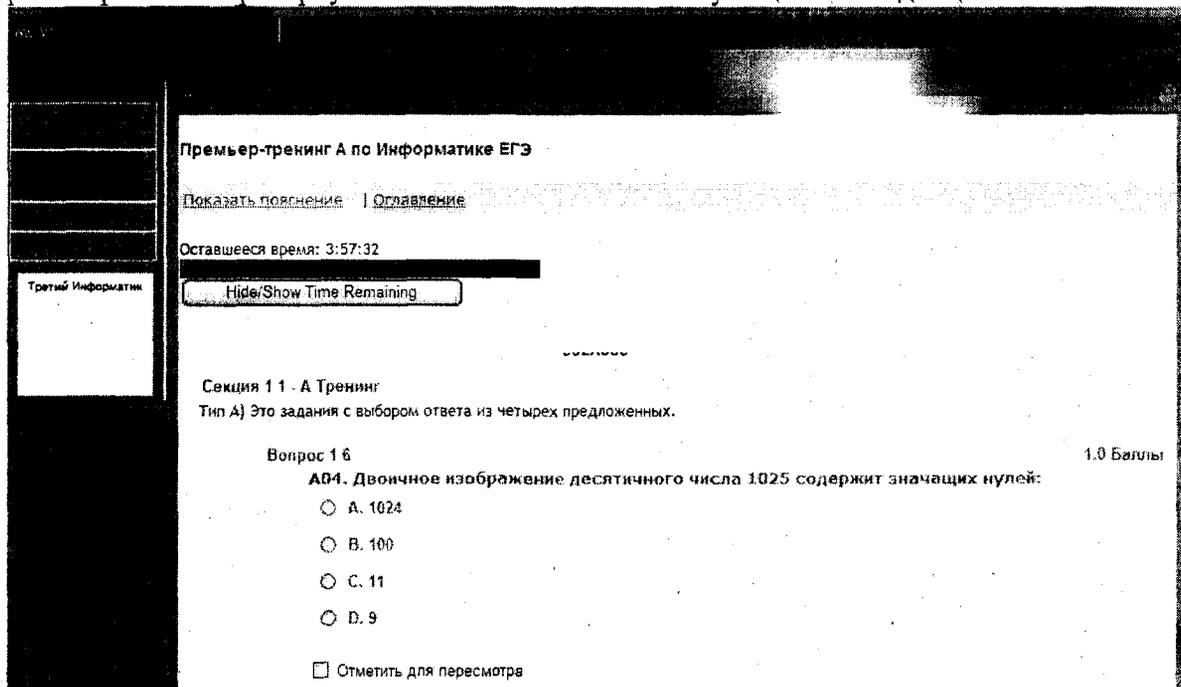


Рисунок 3 – Задание типа А по информатике

Количество баллов за правильный ответ назначается отдельно по каждому вопросу и может изменяться инструктором. Вопросы ЕГЭ типов А, В и С хранятся в соответствующих базах, которые называются «Наборы вопросов». Вопросы будут выбираться случайным образом для каждого тестирования из набора вопросов подходящего типа. Количество вопросов нужной категории задается инструктором в зависимости от стандарта ЕГЭ данной дисциплины. Вопросы выбираются из оглавления. Весь тест показан на одной странице. Новая нумерация вопросов устанавливается в каждой секции теста.

### Структура «теста ЕГЭ дисциплины»

Тест (с ограничением или без ограничений на время и число попыток)

Секция вопросов типа А

Набор вопросов 1 (случайная или фиксированная выборка из базы)

Секция вопросов типа В

Набор вопросов 2 (случайная или фиксированная выборка из базы)

Секция вопросов типа С

Набор вопросов 3 (случайная или фиксированная выборка из базы)

...

## ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ СТРАНИЦЫ САЙТА

Вспомогательные страницы (объявления, форум, словарь, зачётная книжка, описание сайта, поиск, помощь) играют важную роль в интеграции Internet-сообщества изучения дисциплины ЕГЭ под управлением инструктора предмета и администратора портала. Они также облегчают работу всех участников, выполняя специализированные функции обработки данных в зависимости от их ролей на сайте дисциплины.

### *Структура «форума»*

Тема 1

высказывание по теме

комментарии к высказыванию

Тема 2

...

Страница «словарь дисциплины» помогает быстро ответить выпускнику на вопросы типа А и В из ЕГЭ.

### *Структура «словаря дисциплины»*

Термин 1

краткое описание термина 1

полное описание термина 1

Термин 2

...

### *Структура «зачётной книжки по дисциплине»*

Общий статистический анализ результатов теста

Студент 1

результаты тестирования

Студент 2

...

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Каждая из реализуемых 12 дисциплин ЕГЭ: информатика, математика, физика, русский язык, литература, история, химия, биология, география, английский язык, французский язык, немецкий язык – имеет свои особенности при тестировании. Тесты отличаются временем выполнения, количеством заданий, формами представления информации и структуре. Заполнение бланков ответов во время проведения реального экзамена моделируется на сайте автоматически заполняемой демонстрацией их изображений.

В настоящий момент разработаны и опубликованы на стенде уральского методического центра при ИДОПП (212.49.108.95:8080/osp-portal) прототипы сайтов обучения тестированию ЕГЭ по ряду дисциплин.

Выбрана оптимальная и лаконичная архитектура портала ЕГЭ. Единый стиль снижает трудозатраты при реализации проекта методом создания прототипов сайтов дисциплин. Подбор только необходимых инструментов обеспечит эффективное достижение поставленной цели – обучение тестированию ЕГЭ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ахапкин, Д.Н. Методическое пособие по системе сетевого и дистанционного обучения на основе платформы Sakai [Текст]/ Д.Н. Ахапкин, Ф.А. Андрианов, Н.Е. Копосов, Н.В. Никифоров. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный университет, 2007. – 68 с.

### **Неудачин Илья Георгиевич**

Доцент кафедры вычислительной техники, к.ф.-м.н.

Уральский государственный технический университет – УПИ, г. Екатеринбург

Тел.: (343)375-46-06

E-mail: nigs@sky.ru

### **Рогович Валерий Иосифович**

Профессор кафедры вычислительной техники, к.ф.-м.н.

Уральский государственный технический университет – УПИ, г. Екатеринбург

Тел.: (343)375-46-06

E-mail: vrogovich@naumen.ru

УДК 004.9:001.891.5(063)

ПИЛИПЕНКО О.В., МУЗАЛЕВСКАЯ М.А., ГОРБАЧЕВ Н.Б., ГОРШТЕЙН Т.В.

## ИНФОРМАТИКА В КОНТЕКСТЕ ПОДГОТОВКИ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНЖЕНЕРНОГО ПРОФИЛЯ

By the facts that with prompt introduction of information-communication technologies in all spheres of human activity the prestige of traditional methods of teaching falls, especially in teaching is natural-scientific and engineering disciplines continuously. It is connected by that new technologies easily open access to many sources of the information, considerably reduce volumes of routine work and allow to use more effectively time auditor work and independent work of students.

Развитие новых информационных технологий и их быстрое проникновение во все сферы жизни породило новое направление в современной науке – исследования закономерностей и проблем становления информационного общества, развития информационных ресурсов, как основного фактора социально-экономического прогресса общества. Таким образом, вполне оправдался прогноз социологов и философов, утверждавших в конце XX века, что широкое внедрение информационных технологий приведет к качественному переходу общества в новое состояние. В настоящее время термин «информационное общество» определяет такой социум, в котором циркулирует высокая по качеству информация, легко доступны необходимые средства для ее хранения, распространения и использования. При этом стоимость информационных услуг в науке, производстве и образовании настолько незначительна, что они доступны каждому [3].

Переход к информационному обществу сопровождается переносом центра тяжести в экономике с прямого материального производства на оказание услуг, в том числе и информационных, удельный вес которых постоянно повышается. Промышленные рабочие, представлявшие в развитых странах более двух третей трудоспособного населения, ныне составляют менее одной трети. Значительно вырос социальный слой людей наемного труда, не производящих материальных ценностей, а занятых обработкой информации и предоставлением информационных услуг. Это учителя, преподаватели, государственные и банковские служащие, программисты и т.д. Уже в конце XX века в промышленности и сельском хозяйстве США было занято 23 % работающих, в сфере обслуживания – 30%, а сфере информационных услуг – 47 %.

Еще более масштабным является изменение в культуре информационного общества. Это изменение традиционных и создание новых форм проведения досуга, формирование сетевых сообществ людей, не ограниченных пространственными рамками, странами и континентами, растущая культурная дифференциация по группам населения в сочетании с культурной унификацией внутри таких групп. В итоге в лице современных студентов мы имеем новое поколение зарождающегося информационного общества, профессиональный выбор и позитивная мотивация к учебе которых связаны с перспективами работы с информационными или автоматизированными системами.

Одновременно новые информационные технологии получают все большее распространение и в системе образования, так как по существу сами они адекватны процессу обучения, как передаче информации от поколения к поколению. Их использование вносит в систему образования следующие новации:

- переход от механического, репродуктивного процесса обучения к индивидуализированному, создающему в социальном плане равные возможности в получении образования;

- развитие гибких учебных программ, подстраиваемых под возможности и интересы студентов, работодателей, регионов;
- увеличение объемов самостоятельной работы студентов и интенсивное развитие электронных ресурсов всех образовательных учреждений, создание распределенных баз данных в различных предметных областях, автоматизированных систем контроля и управления качеством образования [2].

Сегодня эти вопросы в полной мере коснулись учащихся и выпускников средних школ и в значительной степени влияют на выбор их будущей профессии и формирование положительного отношения к дальнейшему обучению в ВУЗе. Известно, что успешность учебной деятельности зависит от уровня мотивации и существует прямая связь между силой мотива и ее эффективностью. Поэтому образовательные цели и средства в ВУЗе, помимо обеспечения качества образования, должны быть направлены на формирование и поддержание позитивной мотивации учебной деятельности студентов, развитие основных качеств личности, таких, как самодостаточность, компетентность, инициатива, творчество [1].

В многочисленных исследованиях, посвященных юношескому возрасту, делается акцент на развитии самосознания и самооценки, как важнейших регуляторов собственного поведения. Именно этот возраст является основополагающим для становления мировоззренческой позиции человека, основных свойств его характера, интеллекта и социальной зрелости.

В этот период развиваются способности самоанализа и самонаблюдения, умение анализировать достигнутые результаты и адекватно оценивать себя. Все эти свойства формируются в человеке под воздействием социального окружения в результате целенаправленного воспитания и самовоспитания. В частности, на самооценку влияет множество факторов: положение среди сверстников, отношение педагогов, круг профессиональных и человеческих интересов и т.д. Сопоставляя мнение о себе окружающих людей, человек вначале учится оценивать других, а потом себя. И здесь в настоящее время наблюдается все возрастающая диспропорция между уровнем знаний и практических навыков использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) учащимися и преподавателями классических инженерных дисциплин. С одной стороны, это способствует повышению самосознания студентов, с другой – снижает их мотивацию к обучению в связи с недостаточностью использования современных методов обучения.

Таким образом, в связи со стремительным внедрением информационно-коммуникационных технологий во все сферы человеческой деятельности, непрерывно падает престиж традиционных методов обучения. Это связано с тем, что новые технологии легко открывают доступ к мировым источникам информации, значительно уменьшают объемы рутинной работы и позволяют более эффективно использовать время аудиторных занятий и самостоятельной работы студентов.

В этой связи особое значение приобретают вопросы контекстного обучения студентов первых курсов инженерных ВУЗов по информатике и основам программирования, так как овладение именно этими дисциплинами, помимо повышения общей компьютерной грамотности, дает в их руки необходимые инструменты для дальнейшей успешной учебы. В этом плане показательным является использование современных технологий в изучении традиционно трудных классических предметов – высшей математики, теоретической механики, сопротивления материалов и физики.

Современные методы численного исследования и компьютерного моделирования позволяют сделать наглядными и легко усваиваемыми методы решения алгебраических и дифференциальных уравнений, операции вычисления производных и интегралов, преобразования функций, физические явления и процессы, скрытые от непосредственного наблюдения, и многое другое. Еще большие возможности открываются при использовании современных информационных технологий при проведении лабораторных практикумов и

формировании практических навыков работы с автоматизированными системами управления и контроля технологическими процессами.

Естественно, что при этом преподавание информатики должно быть контекстным, учитывающим специальность студентов. Однако анализ объемов нагрузки, тем и содержания обязательных дидактических единиц по информатике для студентов различных специальностей, в соответствии с таблицей 1, показывает, что для многих из них набор этих показателей одинаков и практически не соотносится с будущей профессиональной деятельностью. В то же время Федеральный Интернет-экзамен в сфере высшего профессионального образования ориентирует студентов, главным образом, на освоение теоретических основ дисциплины, тогда как для дальнейшей учебы и работы нужны именно практические навыки выполнения инженерных расчетов, решения сложных математических задач, компьютерного управления технологическими процессами. В этой связи нам представляется, что уже на первом году обучения студенты инженерных специальностей, кроме обычных офисных технологий использования электронных таблиц и языков программирования высокого уровня, должны освоить популярные пакеты программ Маhtcad, LabVIEW и т.п. [4].

В настоящее время с созданием Образовательного центра компании National Instruments, в ОрелГТУ организовано проведение лекций, лабораторных работ и выполнение курсовых проектов по автоматизации экспериментальных исследований в среде LabVIEW для студентов факультета новых технологий и аспирантов первого года обучения инженерных специальностей. Курс подготовки включает в себя общие принципы построения систем автоматизации экспериментальных исследований, программное обеспечение LabVIEW, LabWindows/CVI и Measurement Studio для Microsoft Visual Basic и C++, построение лицевых панелей, блок-диаграмм и мнемосхем.

Таблица 1 - Содержание дидактических единиц и объемов нагрузки по информатике для студентов различных специальностей

Содержание дидактических единиц	Специальности					
	140610.65 Электро- оборудо- вание и электро- хозяйство	150104.65 150106.65 151001.65 Техноло- гии ма- шино- строения	190205.65 Подъем- но- транс- портные машины	200101.65 Приборо- строение	220301.65 Автоматизация техноло- гических процес- сов	270109.65 Теплога- зоснаб- жение и вентиля- ция
1	2	3	4	5	6	7
1.Основные понятия и методы теории информатики и кодирования. Сигналы, данные, информация. Общая характеристика процессов сбора, передачи, обработки и накопления информации	+	+	+	+	+	+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7
2.Технические средства реализации информационных процессов	+	+	+	+	+	+
3.Программные средства реализации информационных процессов	+	+	+	+	+	+
4.Модели решения функциональных и вычислительных задач	+	+	-	-	-	-
5.Алгоритмизация и программирование. Языки программирования высокого уровня	+	+	+	+	-	+
6.Программное обеспечение и технологии программирования	+	-	-	+	-	-
7.Базы данных	+	-	+	-	+	-
8. Локальные и глобальные сети ЭВМ. Методы защиты информации	+	+	+	+	+	-
Количество дидактических единиц	8	6	6	6	5	4
Количество тем	44	32	32	32	20	20
Количество часов	300	200	200	204	200	200

Конкретные примеры охватывают круг наиболее часто встречающихся задач экспериментальных исследований: создание многоканальных информационно-измерительных систем для исследования деформаций, температур и давлений, использование согласующих модулей, сервисных программ, драйверов измерительных устройств. В последнее время большое внимание уделяется мобильным измерительным комплексам для исследования остаточной прочности строительных конструкций, оценки энергоэффективности теплотехнического оборудования.

Таким образом, для повышения качества образования, формирования и сохранения позитивной мотивации студентов к учебной деятельности в университете принимаются меры, предусматривающие:

- введение расширенного, интенсивного курса информатики в первом и втором семестре обучения для студентов всех специальностей с учетом контекстного преподавания дисциплины;
- повышение квалификации и сертификация преподавателей традиционных дисциплин по вопросам использования информационно-коммуникационных технологий в образовательном процессе.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Голицына, И.Н. Исследование готовности студентов к обучению с помощью компьютерных информационных технологий [Текст] / И.Н. Голицына // IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies: Материалы международной конференции. – Kazan, 2002. с. 217-221.
2. Маслов, С.И. Информатизация образования: направления, средства, технологии [Текст] / Под общ. ред. С.И. Маслова. - М.: Издательство МЭИ, 2004. - 868 с.
3. Могилев, А.В. Информатика [Текст] / А.В. Могилев А.В. Пак, Е.К. Хеннер. - М.: Издательский центр «Академия», 2004. - 848 с.
4. Пилипенко, О.В. Проблемы повышения качества образования и подготовки преподавателей для работы в ИКТ насыщенной среде [Текст] / О.В. Пилипенко, П.В. Галаган, Н.Б. Горбачев, Т.В. Горнштейн // Образовательные, научные и инженерные приложения в среде LabVIEW и технологии National Instruments: Материалы международной научно-практической конференции. - М.: РУДН, 2007. - с. 145-149.

### **Пилипенко Ольга Васильевна**

Заведующая кафедрой «Прикладная математика и информатика», к.т.н., доцент,  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: (4862)41-98-34  
E-mail: pmii@ostu.ru

### **Музалевская Марина Анатольевна**

Доцент кафедры «Прикладная математика и информатика», к.э.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: (4862)41-98-34  
E-mail: pmii@ostu.ru

### **Горбачев Николай Борисович**

Доцент кафедры «Прикладная математика и информатика», к.т.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: (4862)41-98-34  
E-mail: pvl@inbox.ru

### **Горштейн Татьяна Владимировна**

Начальник технического отдела ЗАО «Орелкабель», г. Орел  
Тел.: (4862)41-98-34  
E-mail: pvl@inbox.ru

УДК 004.9:378

ПИЛИПЕНКО О. В., ПРЕСНЕЦОВА В. Ю., ФРОЛЕНКОВА Л.Ю., ДЕМИНА Ю.А.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОЦЕНКИ РЕЙТИНГА КАФЕДР И ПРОФЕССОРСКО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКОГО СОСТАВА

This article is devoted to rating system of estimation teachers stuff and faculties. In this article a definite purpose rating estimate to activity of faculty and a problem of rating system. Besides the structure of rating system is shined and are proved a choice programming means of development.

Во многих высших учебных заведениях все острее встает вопрос оценки качественных показателей работы профессорско-преподавательского состава, а также вопрос удобства и эффективности управления деятельностью преподавателей для структур, осуществляющих и контролирующих этот процесс. В связи с этим в рамках ОрелГТУ возникла необходимость в создании «Автоматизированной системы оценки рейтинга кафедр и профессорско-преподавательского состава» (АСОР).

Целью деятельности кафедры является достижение наиболее высоких результатов по обеспечению соответствия кафедры и ВУЗа в целом общегосударственным требованиям, закрепленным государственными образовательными стандартами (ГОС).

Цель рейтингового оценивания деятельности кафедр состоит в формировании и определении такого числового показателя оценки, который должен прежде всего помочь лицу, принимающему решения (ЛПР), в эффективном управлении ВУЗом на основе анализа упорядоченного по величинам показателя списка кафедр в виде составленного рейтинга, а также в принятии решения, направленного на дифференциацию надбавок к заработной плате ППС, выделение средств на приобретение оборудования, научные исследования, стажировки, и т.п.

Задачами рейтинговой системы оценки деятельности ППС, кафедр и факультетов являются:

1. Создание автоматизированной базы данных, отражающей динамику и эффективность деятельности ППС, кафедр, факультетов и университета в целом.
2. Получение единых комплексных критериев для оценки и контроля эффективности деятельности ППС, кафедр, факультетов.
3. Создание системы внутреннего аудита деятельности ППС, кафедр, факультетов.
4. Оптимизация делопроизводства и снижение трудозатрат на составление отчетной документации о деятельности ППС, кафедр, факультетов.
5. Стимулирование ППС, кафедр, факультетов на выполнение аккредитационных показателей.

В основу механизма определения рейтинга положено представление о нем, как об акте признания коллегами и администрацией университета конечных и промежуточных результатов деятельности конкретного структурного подразделения и преподавателя, продуктивности и качества их работы по подготовке специалистов и научных кадров, проведению научных исследований и формированию инновационной основы для развития университета.

Рейтинговая система оценки деятельности ППС, кафедр и факультетов состоит из нескольких расчетных единиц:

1. Рейтинг кафедры (заведующего кафедрой). Рейтинг кафедры состоит из пяти блоков: кадры кафедры, подготовка кадров высшей квалификации, учебно-методическая работа, научная работа, дополнительные показатели. В каждом блоке определены рейтинговые показатели, объединенные в группы, исходя из условия выполнения аккредитационных требований. Рейтинг заведующего кафедрой определяется, как сумма индивидуального

рейтинга и рейтинга кафедры, деленного на количество ставок.

С целью стимулирования различных видов деятельности введены весовые коэффициенты показателей в каждом блоке. Значения весовых коэффициентов устанавливались из соображений иерархии, значимости, возможности развития.

Умножение весового коэффициента на фактическое численное значение показателя дает баллы, которые складываются в своей группе. Деление этих баллов на общее количество ППС на кафедре определяет рейтинг в баллах на единицу ППС.

Кроме того, по каждой группе показателей рассчитывается фактическое значение аккредитационного показателя в абсолютных единицах (процент, тыс. руб., количество и т.п.) и отклонение от требуемого Минобрнаукой значения аккредитационного критерия. Отклонение может принимать значения меньше единицы, если аккредитационный показатель не выполняется, равным единице, если аккредитационный показатель выполняется в точности, и больше единицы, если превышает требуемый.

Рейтинг в блоке подсчитывается, как сумма рейтингов групп, умноженных на соответствующее отклонение от аккредитационного показателя. Таким образом, если аккредитационный показатель превышает требуемый, рейтинг увеличивается, и наоборот.

2. Рейтинг факультета (декана факультета) Рейтинг факультета определяется, как сумма рейтингов кафедр, деленная на количество кафедр на факультете. Рейтинг декана рассчитывается, как сумма персонального рейтинга декана, как ППС и суммы рейтингов кафедр, деленная на количество кафедр на факультете.

3. Индивидуальный рейтинг ППС и индивидуальный рейтинг профессора. Выделены следующие группы показателей деятельности преподавателя:

- личные квалификационные данные;
- руководство аспирантами, успешно защитившими диссертации;
- учебно-методическая работа по изданию учебников и учебных пособий с различными грифами;
- научная работа, финансируемая из различных источников;
- издание монографий;
- дополнительные показатели, характеризующие активность преподавателя, такие как изобретательская деятельность, публикации, организация и участие в конференциях и выставках различного уровня, работа со студентами, участие в работе Советов.

Одним из требований, предъявляемых к АСОР, являлось обеспечение эффективной работы с большими объемами информации. Для хранения и работы с такой информацией необходимо было использование базы данных. От выбора системы управления базами данных зависит дальнейший ход проектирования информационной системы. Любая система управления базами данных основывается на определенной модели представления данных. Основными требованиями к модели представления данных являются: быстрота, простота, эффективность и надежность. В соответствии с этими требованиями для реализации АСОР была выбрана реляционная модель данных.

Так как автоматизированная система предназначалась для использования на нескольких компьютерах, то необходимо было выбрать сетевую модель взаимодействия разных частей системы. Применительно к системам баз данных архитектура "клиент-сервер" интересна и актуальна главным образом потому, что обеспечивает простое и относительно дешевое решение проблемы коллективного доступа к базам данных в локальной сети. В некотором роде системы баз данных, основанные на архитектуре "клиент-сервер", являются приближением к распределенным системам баз данных, конечно, существенно упрощенным приближением, но зато не требующим решения основного набора проблем действительно распределенных баз данных.

Реализация технологии "клиент-сервер" предполагает выделение в системы сервера, на котором и происходит обработка информации. Такой сервер при этом может одновременно являться Web-сервером и сервером баз данных.

Информация, отображаемая на HTML-страницах, не является статической, а формируется в зависимости от ее состояния в базе данных, поэтому появилась необходимость внедрения в них PHP-скриптов. Задача языка PHP состоит в том, чтобы дать возможность Web-разработчикам легко и быстро создавать динамично изменяемые HTML-страницы. Он поддерживает также, возможно, самую значимую возможность в PHP – уровень интеграции с базами данных. В настоящее время этот язык поддерживает несколько баз данных, из которых наиболее проста и нетребовательна СУБД MySQL. Так как отображение динамично измененной HTML-страницы с помощью PHP-скриптов возможно только после отправки web-браузером серверу информации о состоянии ресурсов, то для удобства был применен язык JavaScript, который оперирует стандартными объектами.

Таким образом, АСОР представляет собой совокупность PHP-скриптов, которые в зависимости от запросов к базе данных, формируют HTML-страницы, отображаемые пользователю, и базы данных, в которой хранится вся информация о кафедрах и ИПС.

Интерфейс предлагаемой рейтинговой системы достаточно прост и не требует специальных знаний и навыков при использовании программы.

Предлагаемая рейтинговая система разработана на основе критериев государственной аккредитации вузов, рейтинговых показателей вузов, утвержденных приказом Минобразования РФ №631 от 26.02.01, модуля комплексной оценки вузов. Преимуществами данной системы являются простой интерфейс, кроссплатформенная и легкая переносимость.

**Пилипенко Ольга Васильевна**

зав. кафедрой "Прикладная математика и информатика"  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: +7(4862)41-98-12  
E-mail: PilipenkoO@rambler.ru

**Преснецова Виктория Юрьевна**

инженер-программист кафедры "Прикладная математика и информатика"  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: +7(4862)41-98-34  
E-mail: alluvian@mail.ru

**Фроленкова Лариса Юрьевна**

доцент кафедры "Физика"  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: +7(4862)41-98-12  
E-mail: alluvian@mail.ru

**Демина Юлия Александровна**

зав. лабораторий кафедры "Прикладная математика и информатика"  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: +7(4862)77-65-43  
E-mail: virginia97@mail.ru

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ АДАПТИВНОГО ПРОЦЕССА ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ

In given clause questions of creation of mathematical models of adaptive training systems of remote training are stated. Questions of the organization of interrelation of studied sections are considered at passage of testing and laboratory works. The example of evident graphic display of the plan of training on considered mathematical model is resulted.

Согласно идее адаптивного процесса профессиональной подготовки, после изучения определенного набора теоретического материала, обучаемому предлагается выполнить тестовое задание для контроля его приобретенных знаний, успешное прохождение которого дает допуск к выполнению лабораторно-практической работы по изученному материалу

Тестирующий материал состоит из набора тестовых вопросов  $y_j$  ( $y_j \in Y, j = \overline{1, J}$ ), каждый из которых базируется на изучаемых темах  $x_i$  ( $x_i \in X, i = \overline{1, I}$ ). Их взаимосвязь отражает отношение  $E \subseteq Y \times X$ . Это отношение задается матрицей  $\|e_{ji}\|$ , строки которой соответствуют тестирующим вопросам  $y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_J$ , а столбцы – изучаемым темам  $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_I$ . Элемент матрицы  $\|e_{ji}\|$  определяется следующим образом:

$$e_{ji} = \begin{cases} 1, & \text{если в тесте } y_j \text{ используется материал темы } x_i; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

В таблице 1 представлен пример матрицы  $\|e_{ji}\|$ .

Таблица 1 – Матрица взаимосвязи тестовых заданий и изучаемых тем

Тестовые вопросы	Изучаемые темы					
	$x_1$	$x_2$	...	$x_i$	...	$x_I$
$y_1$	1	1	...	0	...	0
$y_2$	0	1	...	0	...	1
...	...	...	...	...	...	...
$y_j$	1	0	...	1	...	0
...	...	...	...	...	...	...
$y_J$	0	0	...	1	...	1

Матрица  $\|e_{ji}\|$  является формализованным описанием структуры тестовых заданий.

По итогам теста в случае его невыполнения формируется сообщение, содержащее перечень ссылок на повторное изучение теоретического материала.

Аналогично взаимосвязи тестовых заданий и материалов изучаемых тем (таблица 1), задается взаимосвязь лабораторно-практических работ с изучаемыми темами. Эту взаимосвязь отражает отношение  $F \subseteq S \times X$ , где  $S$  – множество лабораторно-практических работ, а  $X$  – множество тем. Отношение  $F$  задается матрицей  $\|f_{gi}\|$ , строки

которой соответствуют лабораторно-практическим работам  $s_1, s_2, \dots, s_g, \dots, s_G$ , а столбцы – темам  $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_I$ . Элемент матрицы  $\|f_{gi}\|$  определяется следующим образом:

$$f_{gi} = \begin{cases} 1, & \text{если в лабораторно-практической работе } s_g \text{ используется} \\ & \text{материал темы } x_i; \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Если лабораторно-практическая работа не зачтена, на  $k$ -ом шаге обучения на основе матрицы  $\|f_{gi}\|$  обучаемому будут выданы рекомендации к повторному изучению тем, материалы которых необходимы для правильного выполнения данного задания, после чего он будет вновь допущен к выполнению незачтенной работы.

В более сложном случае элементы матриц  $\|e_{ji}\|$  и  $\|f_{gi}\|$ , могут быть представлены весовыми коэффициентами в зависимости от критериев оценки уровня знаний слушателя, что может быть использовано при корректировке учебного плана подготовки.

На основании вышеизложенного нами предлагается следующая модель представления КЭУММ:

$$A = \langle X, Y, Z, G, E, F \rangle;$$

где:

$A$  – предлагаемая модель КЭУММ;

$X$  – множество теоретического материала;

$Y$  – множество тестовых заданий;

$Z$  – множество лабораторных работ;

$G$  – матрица взаимосвязи разделов теоретического материала;

$E$  – матрица взаимосвязи тестовых заданий и разделов теоретического материала;

$F$  – матрица взаимосвязи лабораторных работ и разделов теоретического материала.

На основании модели КЭУММ разработана методика его наполнения, структурная схема которой представлена на рисунке 1. Из представленного рисунка видно, что после наполнения соответствующих разделов комплекса происходит их многокритериальная оценка по формальным и вербальным критериям (наличие циклов, соответствие последовательности представления материалов и т.д.), которые описаны выше.

Исходя из вышесказанного, модель адаптивного процесса усвоения профессиональных знаний может быть представлена следующим образом:

$$M_i^k = \begin{cases} f(A), & \text{при } i = 0 \\ f(M_{i-1}^k, A, R_Y^k(i), R_Z^k(i)), & \text{при } i \geq 1 \end{cases}$$

где:

$k$  – порядковый номер слушателя;

$i$  – номер текущего этапа подготовки  $k$ -го слушателя;

$M_i^k$  – план подготовки  $k$ -го слушателя на  $i$  этапе;

$A$  – модель КЭУММ;

$R_Y^k(i)$  – результаты выполнения тестовых заданий из  $Y$ , соответствующих плану подготовки  $M_{i-1}$   $k$ -го слушателя на  $i$  этапе;

$R_Z^k(i)$  – результаты выполнения практических работ из  $Z$ , соответствующих плану подготовки  $M_{i-1}$   $k$ -го слушателя на  $i$  этапе.

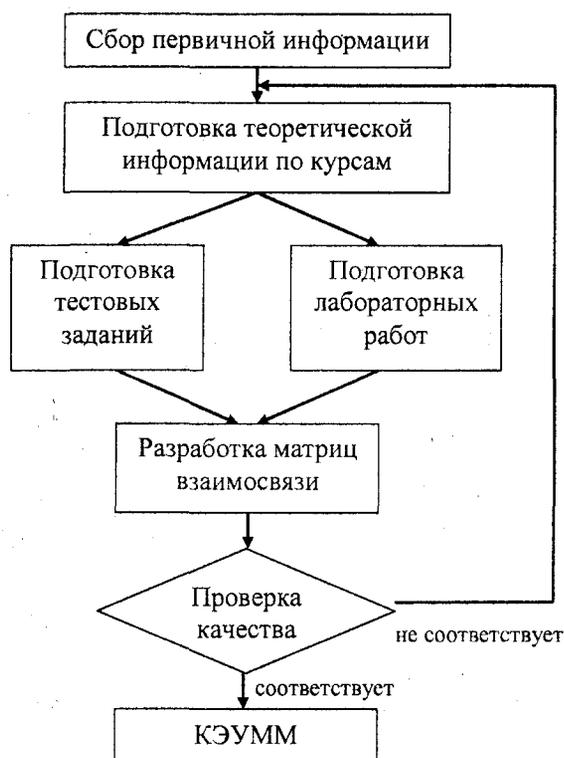


Рисунок 1 – Схема методики наполнения КЭУММ

Таким образом, при реализации данной адаптивной методики усвоения профессиональных знаний исходный типовой план может подвергаться существенным изменениям в ходе процесса самостоятельного изучения.

На основании рассмотренных моделей структурная схема управления адаптивным процессом профессиональной подготовки представлена на рисунке 2, где  $X'$  – набор теоретического материала, в котором выявлены пробелы в знаниях на  $i$ -м этапе в ходе выполнения тестовых заданий или контрольных работ.

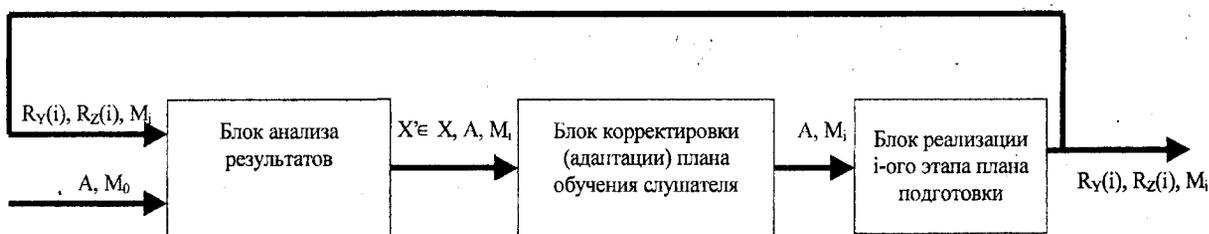


Рисунок 2 – Структурная схема управления адаптивным процессом профессиональной подготовки

Графическое представление рассмотренных выше моделей может быть выведено на экран, что позволит обучаемому наглядно увидеть содержимое курса обучения, структуру курса и связи тем различных дисциплин между собой, а также текущего этапа подготовки в данный момент.

Говоря о роли наглядного изображения информации в более широком плане, следует отметить, что графические иллюстрации занимают все большее место в печатных и электронных изданиях, существенно облегчая восприятие и запоминание текстовой информации [1]. Общая тенденция развития научного познания состоит в том, что по мере возрастания удельного веса абстрактности в науках возникает и противоположный про-

цесс поиска наглядных интерпретаций самых сложных теоретических положений. Это особенно важно на этапе передачи знаний – в процессе обучения [2].

Графическая визуализация взаимосвязей дисциплин и тем в рамках дисциплины позволит обучаемому получить целостное представление об изучаемом курсе и о его практической ценности. Здесь можно говорить уже о когнитивной графике, т.е. "графике, способствующей познанию" [3].

В качестве примера рассмотрим план изучения дисциплины, взаимосвязь тем которой были представлены на рисунке 3.

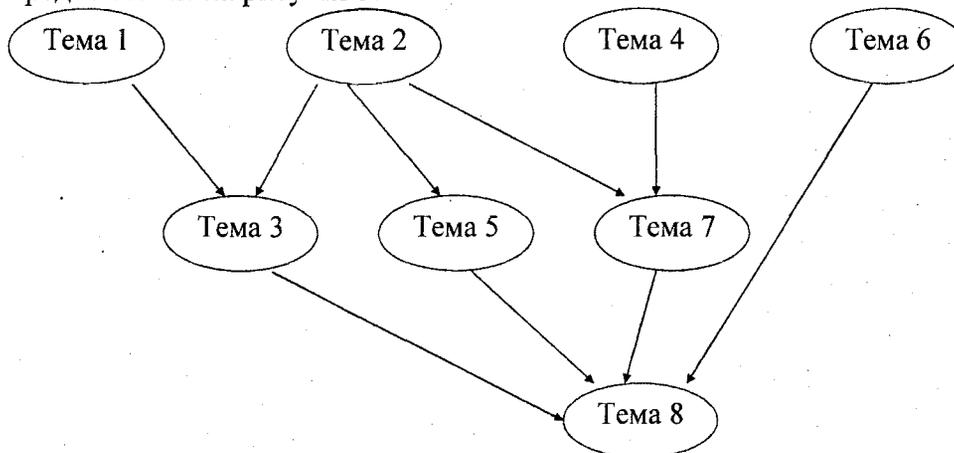


Рисунок 3 – Семантические отношения тем дисциплины

Исходный типовой план обучения показан на рисунке 4, а конечный модифицированный, для одного из обучаемых, на момент времени  $t$  обучения, на рисунке 5.

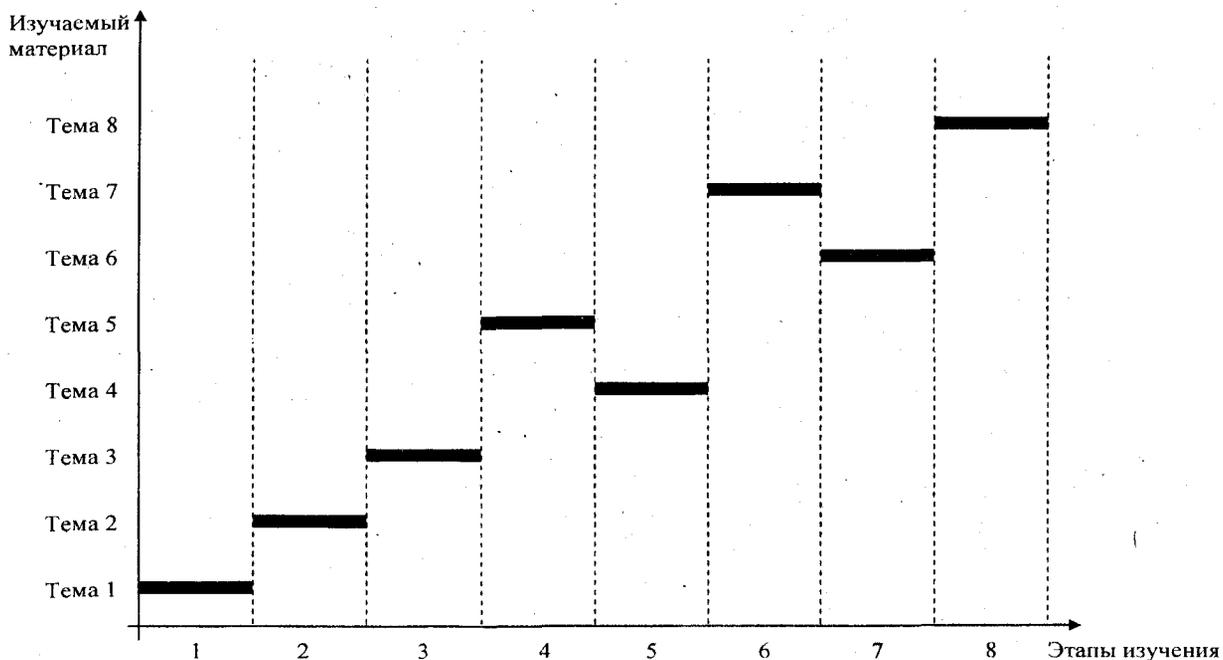


Рисунок 4 – Исходный типовой план обучения

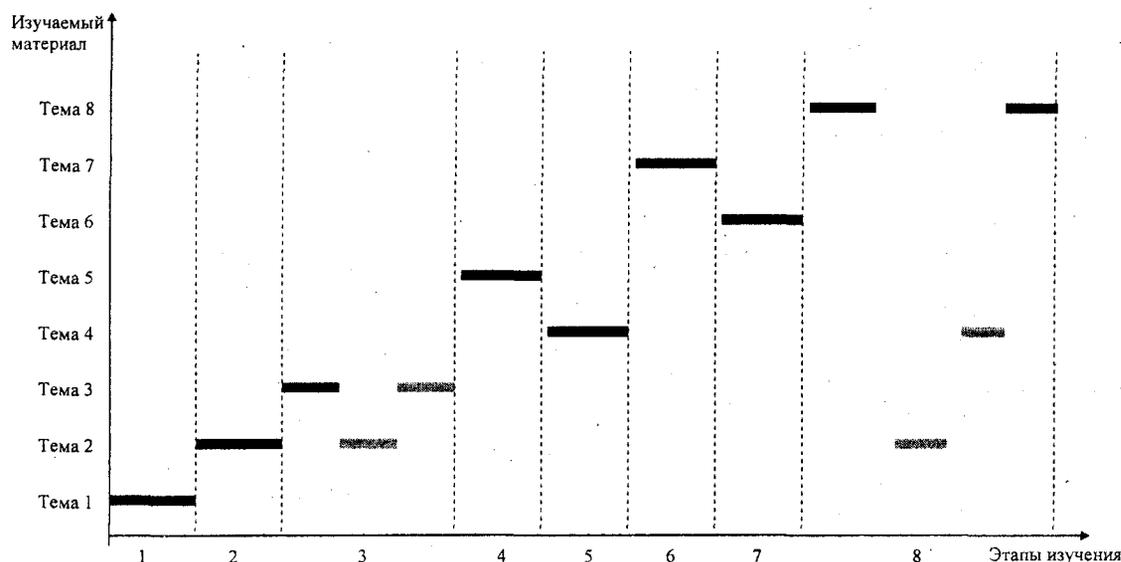


Рисунок 5 – Конечный модифицированный план обучения одного из слушателей, серым цветом выделены этапы повторного изучения материала

Текстовое описание всех взаимосвязей рассмотренного фрагмента было бы громоздким и неинформативным. Почти каждая вершина этой сети участвует более чем в одной связи, поэтому последовательная форма записи потребовала бы введения повторов, а значит, стала бы избыточной.

Графическое представление процесса обучения позволит слушателю получить наглядное динамическое представление о своих успехах (и неудачах) при изучении предмета, а также поможет сориентироваться в предмете и определить для себя план изучения предмета (если он не задан жестко и не управляется программно).

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зайцева, Ж.Н. Генезис виртуальной образовательной среды на основе интенсификации информационных процессов современного общества [Текст]/ Ж.Н. Зайцева, В.И. Солдаткин // Информационные технологии, 2000, № 3. – с. 44-48.
2. Владимирский, Б.М. Роль и место когнитивной машинной графики в обучении [Текст]/ Б.М. Владимирский // Тезисы докладов уч.-мет. конференции "Современные информационные технологии в учебном процессе" – Ростов: РГУ, 25-26 апреля 2000.
3. Зенкин, А.А. Когнитивная компьютерная графика [Текст] / А.А. Зенкин, под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, Гл. ред. физ.-мат. лит., 1991. – 192 с.

### Рожков Геннадий Геннадьевич

Студент факультета электроники и приборостроения  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(4862)47-32-16  
E-mail: 1986rgg@mail.ru

### Рыженков Денис Викторович

Старший преподаватель, к.т.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: +7(4862)761910  
E-mail: denrvictor@yandex.ru

УДК 004.588+004.54]:001.92:801.25=60

САВВА Т.Ю., САВВА Ю.Б.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ОБУЧАЮЩАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ИСПАНСКОГО ЯЗЫКА «TORO»**

In the report requirements, the architecture, object-oriented model of the automated training system of the Spanish language for Russian students are considered. Procedures of interaction of the user with this system are described.

### **ВВЕДЕНИЕ**

Рассматриваемая в докладе автоматизированная обучающая система для изучения испанского языка является развитием компьютерной программы Verbo, предназначенной для обучения и тестирования знаний форм глаголов испанского языка, рассмотренной нами в работе [1]. Там же было отмечено, что испанский язык является одним из самых распространенных на Земле и самым распространенным из входящих в романскую группу индоевропейской семьи. Испанский признан государственным в 21 стране мира, он один из 6 рабочих языков ООН. На нем говорят около 450 миллионов человек в Испании, во всей Латинской Америке (за исключением Бразилии, Гайаны, Французской Гвианы, Суринама и Белиза) и в других регионах. По количеству людей, для которых он является родным (400 миллионов), испанский язык при сохранении нынешних тенденций через несколько лет обгонит английский и будет уступать лишь китайскому. В США испанский уже заметно теснит английский, набирает он силу и в Интернете.

В последнее время расширяются экономические и культурные связи России как с Испанией, так и со странами Латинской Америки, ввиду чего в нашей стране отмечается рост интереса к изучению испанского языка. Однако занятость деловых людей не позволяет им уделять достаточно времени для глубокого изучения иностранных языков, в связи с чем они прибегают к использованию самоучителей и аудиокурсов, а также компьютерных обучающих программ (например, [2,3,4]).

Анализ наиболее популярных среди пользователей компьютерных обучающих программ для изучения испанского языка позволил выявить как достоинства, так и недостатки этих программ, которые были учтены при разработке автоматизированной обучающей системы для изучения испанского языка АОС «TORO».

Целевой аудиторией данной АОС являются представители бизнеса, заинтересованные в ведении дел с иностранными партнерами на их родном языке.

### **1. АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ИСПАНСКОГО ЯЗЫКА**

В настоящее время на российском рынке наибольшее распространение получили пять программных продуктов, используемых для изучения испанского языка.

Программа LMBomber предназначена для изучения иностранных слов. Главная отличительная черта данной программы заключается в использовании при обучении зрительных образов и отвлекающих приемов. При работе с данным программным продуктом пользователь изучает слова иностранного языка путем выполнения упражнений, использования встроенного словаря и карточек (работа программы в фоновом режиме) с аудиосопровождением. По данной методике пользователю предлагается запоминать написание изучаемого слова, используя для обозначения каждой буквы изображение предмета, начинающегося с этой буквы на изучаемом языке, типа А – Animals, или традиционным способом, прослушивая или просматривая список слов из предлагаемых или подгружаемых словарей.

Для контроля усвоения материала от пользователя требуется установить соответствие между словом на родном языке и его переводом на изучаемый путем выбора ответа из пяти вариантов или ввода с клавиатуры. Система оценки знаний учитывает количество правильных ответов.

Программа Talk to Me предназначена для освоения правильного произношения отдельных звуков и слов, набора фраз для предложенных ситуаций, тренировки восприятия иностранного текста (предложений), озвученного носителями языка.

Программа содержит шесть бытовых ситуаций («Магазин», «Отдых» и т.д.) и семь уровней сложности. При работе с данным программным продуктом пользователь получает навыки правильного произношения и учится понимать речь носителей языка. Большая часть упражнений и контроль усвоения материала связана с отработкой навыков устной речи. Особенностью данной программы является возможность ведения диалога с ней на выбранную из представленных тему, при этом пользователь отрабатывает произношение в заданных фразах.

Программу отличает очень удобный и красочный интерфейс, наличие иллюстраций к ситуациям, возможность визуального контроля произношения с помощью графиков. Программа содержит гибкую систему настроек.

Программа Tell me More предлагает трехуровневый курс изучения языка, основой которого служат интерактивные многоуровневые диалоги для распространенных ситуаций бытового и делового общения. Упражнения курса направлены на развитие устной, письменной речи, чтения и аудирования, а также изучения грамматических правил. В программе используются такие технологии, как система распознавания речи и выявления ошибок устной речи (технология Spoken Error Tracking System), трехмерная анимация работы органов речи. Курс снабжен видеосюжетами на изучаемом языке с переводом. Программа содержит систему визуализации произношения, отображающую речь в виде графика звуковой волны и высоты тона. Программа содержит гибкую систему настроек. Полный курс изучения языка рассчитан приблизительно на шестьсот часов интенсивных занятий.

В программе LearnWords обучение состоит в выполнении пользователем шести основных упражнений для выбранного из словаря блока слов: «Карточка» (ознакомление со словом), «Мозаика» (отгадывание правильного перевода), «Перевод слова» (выбор перевода из нескольких вариантов), «Угадать перевод» (упражнение для контроля), «Выбор слова» (нахождение соответствия слова на иностранном языке заданному слову на родном), «Написание». Имеется также поддержка звуковых файлов, балльная система оценки знаний. Программа также содержит универсальную систему повторений.

Программа Español de Oto 2000 содержит диалоговый раздел из 144 уроков, полнометражные фильмы на испанском языке, грамматический курс и систему упражнений, четыре этапа освоения словарного запаса (12000 слов) и удобный словарь, снабженный поисковой системой, обучающую систему по фонетике, систему контроля.

Таким образом, рассмотренные выше программные продукты обладают достаточно большими функциональными возможностями. Однако практика их применения в учебном процессе позволила выявить ряд присущих им всем недостатков.

В программе LMBomber использование изучаемых слов во фразах и предложениях дается только для английского языка и только в качестве примера, т.е. пользователь не может сам использовать изученные слова при работе с программой. Единственный способ обратной связи «пользователь – программа» – ввести одно требуемое слово. Интерфейс программы удобен, традиционен, но может быть недостаточно интересен пользователю, что важно при однообразном заучивании слов.

При анализе программ-аналогов было выявлено множество технических средств и разнообразных методик по обучению разговорной речи, используемой в повседневной жизни, при этом курсы рассчитаны на 1-2 года занятий. Ввиду отсутствия времени у дан-

ной целевой аудитории на интенсивные систематичные занятия языком и, как правило, короткими сроками на овладение требуемыми разговорными навыками, предлагаемый курс рассчитан на интенсивное обучение и, помимо общеупотребительных фраз и выражений, программа будет предлагать большой объем терминов, необходимый для делового общения.

Еще одной особенностью существующих на рынке программных продуктов является наличие у них большого количества фонетических упражнений в то время, как построению грамматически правильных фраз и предложений уделяется мало внимания. Как правило, пользователю предлагается интерактивный диалог с программой по заданным шаблонам. Для испанского языка характерны относительно простые правила произношения, но сложная грамматика: разветвленная временная структура и согласование членов предложения между собой, поэтому, с учетом особенностей данного языка, в АОС предлагается уделять больше внимания грамматике.

При диалогах пользователя с программой на заданную тему набор фраз сильно ограничен, кроме того, пользователь не составляет их сам, а только выбирает наиболее подходящую фразу из трех предложенных (например, программа Talk to Me).

Ни одна из рассмотренных программ не обладает механизмом распознавания предложений, сформированных пользователем, что особенно важно при изучении испанского языка, т.к. он имеет очень сложную временную структуру (14 времен глаголов). При этом упражнения данного типа широко применяются при обучении с преподавателем и дают возможность быстрее осваивать лексику и грамматику языка.

Большинство существующих программных продуктов данного назначения содержат системы распознавания речи и множество упражнений, направленных на развитие аудирования, чаще всего используя аудиозаписи, выполненные с участием носителей языка. Данный подход очень эффективен при изучении языков со сложным фонетическим рядом, таких как английский, французский. Однако испанский язык содержит минимальный набор правил произношения, например, не характерно использование группы букв для обозначения отдельного звука: август – août [u] (фр.) и agosto [agosto] (исп.). Временная структура и согласование слов в предложении напротив представляет большую трудность при изучении испанского языка по сравнению, например, с английским языком.

Таким образом, с учетом особенностей рассматриваемого языка, следует разработать систему упражнений, направленных на закрепление в большей степени грамматических правил. Кроме того, в отличие от рассмотренных выше компьютерных программ, предлагаемая АОС будет содержать следующие разделы:

- *теоретический материал*, представленный в удобной для освоения и компактной форме,
- *словарь* для бытового и делового общения (с аудированием),
- набор *базовых упражнений* для закрепления изученного материала,
- модуль, предоставляющий пользователю возможность отработать *построение фраз и предложений* на изучаемом языке.

## 2. АРХИТЕКТУРА АОС «TORO»

В состав АОС «TORO» входят следующие подсистемы: «Администрирование», «Правила», «Упражнения», «Анализатор упражнений», «Тестирование», «Словарь», «База тестовых заданий».

В связи с необходимостью передачи многозначности перевода слов и отражения примеров их использования в различных выражениях русско-испанский и испанско-русский словари, а также правила испанского языка представлены в виде соответствующих XML-файлов.

Взаимосвязь компонентов АОС «TORO» показана на рисунке 1 в виде диаграммы пакетов языка UML.

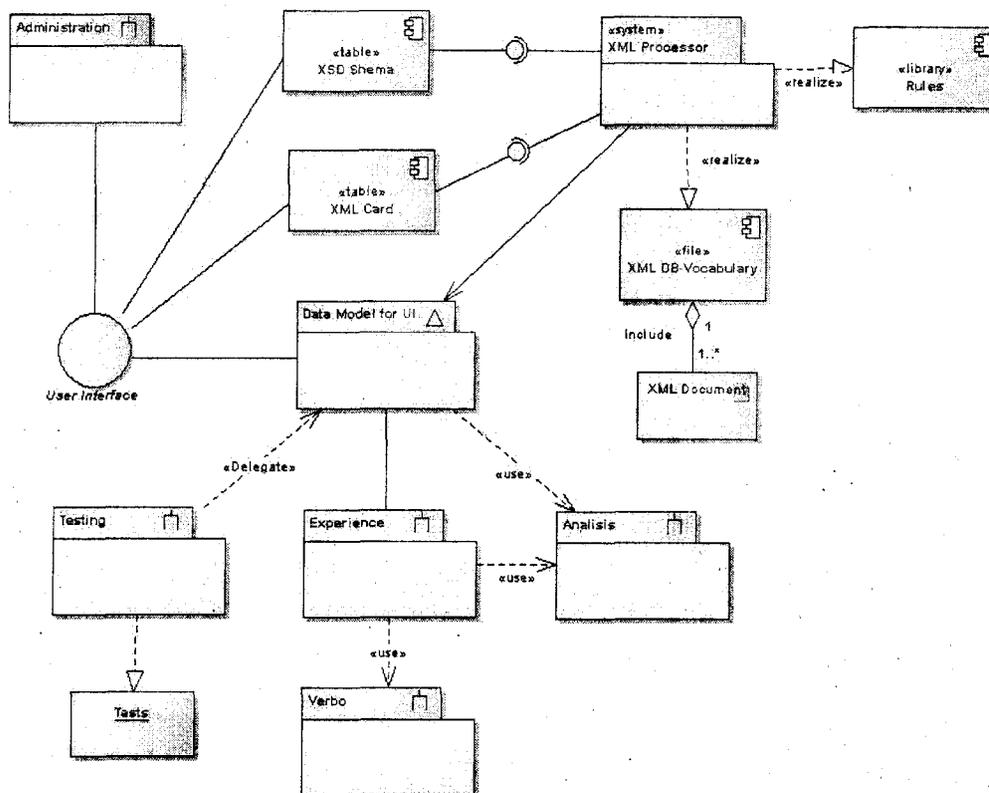


Рисунок 1 – Диаграмма пакетов АОС «TORO»

### 3. ОПИСАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ С СИСТЕМОЙ

Совокупность вариантов использования АОС «TORO» представлена на диаграмме прецедентов (рисунок 2).

После установки пользователю предлагается определить уровень знания испанского языка в соответствии с разработанной и представленной в программе шкалой с помощью теста или указав предполагаемый уровень самостоятельно.

Далее пользователь просматривает содержание курса, основные этапы изучения языка посредством данной программы, где, в зависимости от уровня знания, отмечена степень освоения пользователем того или иного раздела. Эти данные корректируются по мере выполнения пользователем упражнений и тестов.

Обучение начинается с ознакомления с теоретическим материалом. Пользователь может либо сам указать интересующий его раздел, либо изучать материал в порядке, предлагаемом программой (аналогично занятию с преподавателем). Затем необходимо выполнить ряд упражнений на текущую тему.

По мере освоения курса и перехода к более сложным разделам происходит смена упражнений типа «выбрать правильный вариант ответа из предложенных» на упражнения, требующие самостоятельно подбирать варианты ответов и затем формировать фразы и предложения самостоятельно.

В конце каждого теоретического блока, содержащего несколько тематически объединенных разделов, пользователь проходит тестирование. Когда тест пройден успешно, можно перейти к следующему теоретическому блоку.

Пользователь всегда может вернуться к любому этапу, повторить выбранный раздел. На основе результатов программа предлагает рекомендации повторить тот или иной раздел.

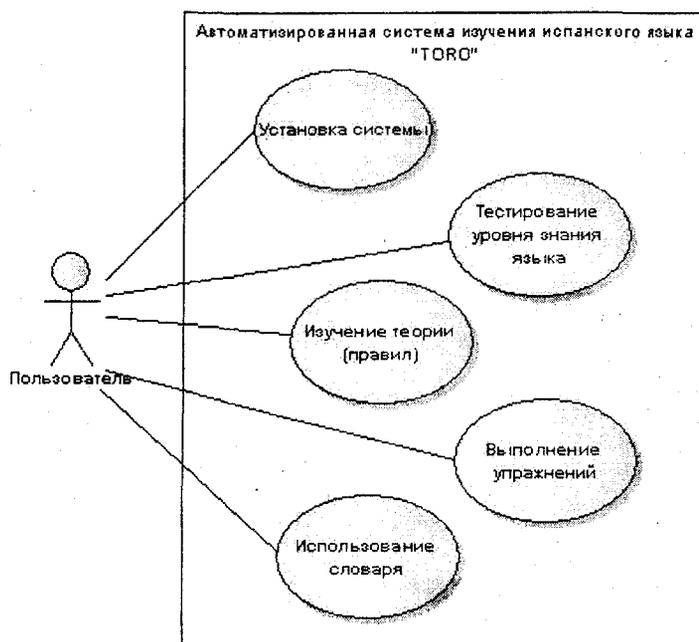


Рисунок 2 – Варианты использования АОС «TORO»

В процессе обучения пользователь может обращаться к словарю в любой момент времени (кроме тестирования). Кроме того, программа предлагает обратиться к словарю при работе с теоретическим материалом и выполнении упражнений, переход в режим «словарь» осуществляется программой без участия пользователя и помогает лучше ориентироваться в материале и быстрее усваивать лексику языка.

Обучение заканчивается, когда пользователь проходит все этапы, представленные в программе.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Практика использования первой версии АОС «TORO» показала перспективность использованных в ней проектных решений и в настоящее время ведутся работы по ее развитию в том числе: совершенствование «Анализатора упражнений», развитие подсистемы графики, а также производится наполнение базы данных «Тесты» и словарей.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Савва, Т.Ю. Verbo – компьютерная программа обучения и тестирования знаний форм глаголов испанского языка [Текст] / Т.Ю. Савва, Ю.Б. Савва // Известия ОрелГТУ «II Международная научно-техническая конференция Информационные технологии в науке, образовании и производстве», т.3. – 1(3). – 2006. – С. 117-120.
2. Испанский язык [Текст]: 5-11 кл.: справ. материалы/ Авт.-сост. И.Л. Васильева. – М.: ООО «Издательство Астрель», ООО «Издательство АСТ», 2002. – 62 с.
3. Самоучитель испанского языка [Текст]: учеб. пособие/ А.А. Гонсалес-Фернандес, Н.М. Шиловская, А.В. Дементьев. – М.: Высш. шк., 1991. – 320 с.
4. Пэрэйро, К.С. Испанский язык за три недели [Текст] / Карлос Суарес Пэрэйро, Волков Б.Н. – М.: АФОН Паблшинг. – 2001. – 216 с.

**Савва Татьяна Юрьевна,**  
Студентка факультета электроники и приборостроения,  
Орловский государственный технический университет,  
E-mail: tator@mail.ru

**Савва Юрий Болеславович,**  
Старший преподаватель кафедры «Информационные системы»,  
Орловский государственный технический университет,  
Тел.: + 7(4862)76-19-10  
E-mail: yurisa-ostu@mail.ru

УДК 004:37

САВВА Т.Ю., ФИНОГЕЕВА Э.А.

## РАЗРАБОТКА КОМПЬЮТЕРНЫХ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ ПО ГУМАНИТАРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

In the report questions of development of rational structure and the maintenance of computer multimedia training rates on humanitarian disciplines are considered. Is presented object-oriented model of classes of developed system.

### ВВЕДЕНИЕ

Современная педагогическая действительность под влиянием достижений в области информационных технологий становится все более многообразной – по целям, содержанию, организационной структуре, формам и методам обучения. Основными формами внедрения этих достижений в педагогическую практику в настоящее время являются использование возможностей сети Интернет для организации дистанционного образования [1...3], системы компьютерного тестирования [4, 5] и автоматизированные обучающие системы [4, 6]. Последние особенно широко применяются в обучении по естественнонаучным и техническим дисциплинам ввиду возможности формализации представления графических объектов и использования компьютерного моделирования.

Количество же автоматизированных обучающих систем по гуманитарным дисциплинам пока невелико, да и по функциональности они уступают системам по естественнонаучным и техническим дисциплинам. Объясняется это, прежде всего, тем, что содержание учебных пособий по гуманитарным дисциплинам, в основном, представлено в текстовой форме, которая плохо воспринимается с экрана компьютерного монитора.

Новые возможности в разработке автоматизированных обучающих систем по гуманитарным дисциплинам открывают мультимедийные средства. Использование мультимедийных обучающих курсов позволяет вовлечь студентов в активный процесс обучения гуманитарным дисциплинам, делая процесс познания более глубоким и всесторонним. Поэтому проблема разработки мультимедийных обучающих курсов по этим дисциплинам является актуальной.

### 1. СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ ПО ГУМАНИТАРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ

Важнейшим этапом разработки мультимедийных обучающих курсов по гуманитарным дисциплинам является разработка педагогического сценария, определяющего структуру и содержание курса. В рамках педагогического сценария разрабатываются, помимо содержательной части курса определяются методы и способы управления процессом обучения и контроля за его ходом.

Разработка педагогического сценария включает

- определение цели использования мультимедийных обучающих курсов;
- отбор содержания учебного материала и его дидактическая подготовка;
- логический анализ, систематизация и структурирование учебного материала;
- разработка алгоритма обучения;
- разработка календарного плана обучения;
- разработка видов и форм контроля знаний у студентов;
- разработка вопросов для самоконтроля;
- выбор шкалы для оценки результатов тестирования знаний у студентов.

Учитывая отмеченную выше особенность представления учебного материала по гуманитарным дисциплинам в традиционном книжном варианте при создании мультиме-

дийных обучающих курсов, особое внимание следует уделить отбору видео и аудиоматериалов, раскрывающих содержание дисциплины. Это могут быть учебные фильмы, записи телевизионных передач, интервью и т.д. Графический материал должен включать схемы, диаграммы, карты и т.п.

## **2. СТРУКТУРА МУЛЬТИМЕДИЙНЫХ ОБУЧАЮЩИХ КУРСОВ ПО ГУМАНИТАРНЫМ ДИСЦИПЛИНАМ**

Опыт создания компьютерных обучающих систем [4...6], а также использования тестирования в преподавании дисциплины «Педагогика» [7, 8], позволил определить рациональную структуру курса, которая должна быть инвариантной к содержанию учебной дисциплины и включать в себя следующие компоненты:

- оглавление;
- рабочая программа по дисциплине;
- учебный план по дисциплине;
- методические указания по самостоятельному изучению курса;
- цель и задачи изучения дисциплины;
- введение в дисциплину (предмет, актуальность, взаимосвязь с другими дисциплинами программы обучения студентов данной специальности);
- теоретическое содержание курса, структурированное по разделам (модулям);
- практические задания для самостоятельной работы;
- вопросы и задания для самоконтроля (по каждому разделу);
- тематика рефератов;
- толковый словарь терминов (глоссарий);
- список рекомендуемой литературы (основной и дополнительной)
- ссылки на Интернет-ресурсы.

Некоторые авторы руководств по созданию электронных образовательных изданий [6] рекомендуют включать в мультимедийные курсы выдержки из учебников, научных и журнальных статей, методик и других учебных материалов по тематике курса. Однако использование этих материалов должно отвечать требованиям действующего законодательства в области защиты авторских прав.

Основным структурным элементом мультимедийных обучающих курсов является раздел (модуль), объектно-ориентированная модель которого представлена в виде диаграммы классов языка UML на рисунке 1.

### **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Самостоятельная и индивидуальная работа студентов с мультимедийным обучающим курсом позволит им изучать дисциплину с некоторыми индивидуальными особенностями – индивидуальным темпом обучения, особым путем овладения учебным материалом в зависимости от уровня учебной подготовки и др.

Использование мультимедийного обучающего курса оказывает влияние на формирование у студентов таких черт, как пунктуальность, последовательность, работоспособность.

Результаты выполнения студентами тестов и упражнений могут служить для преподавателя основанием для оценки и коррекции процесса обучения, а для самих студентов – основанием для самооценки и коррекции своей учебной деятельности, а также подкреплением для стимуляции процесса обучения.

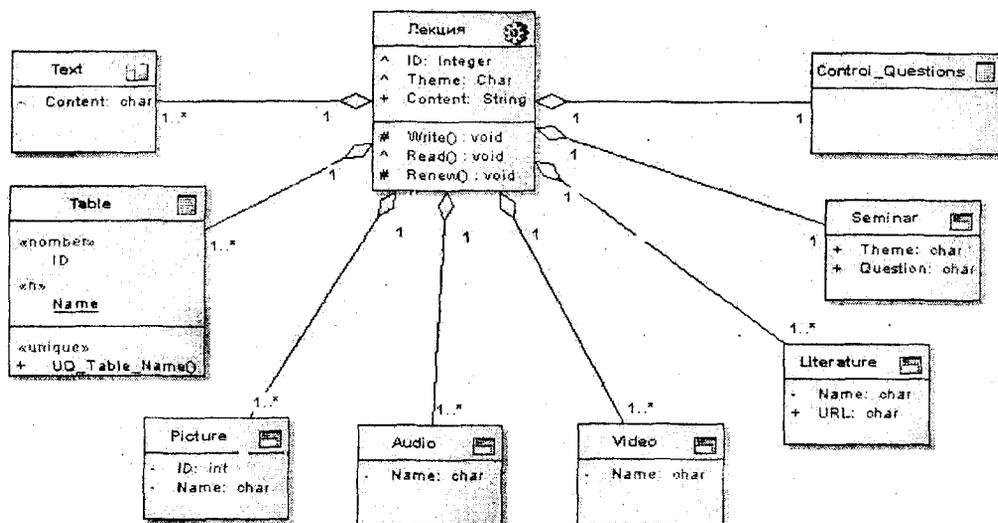


Рисунок 1 – Объектно-ориентированная модель раздела (модуля) мультимедийного учебного курса

### ЛИТЕРАТУРА

1. Савва, Ю.Б. Интернет: новая информационная среда общения молодежи [Текст] / Ю.Б. Савва, Э.А. Финогеева // Проблемы формирования нового менталитета молодежи и студентов на пороге третьего тысячелетия: материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Орел: ОГИИК, 2000. – С. 105-107.
2. Финогеева, Э.А. Молодежь и Интернет-образование [Текст] / Э.А. Финогеева, Ю.Б. Савва // Образование и общество. – 2001. - № 1 (7). – С. 62-65.
3. Савва, Ю.Б. Образовательный Интернет-портал как элемент системы непрерывного образования [Текст] / Ю.Б. Савва, Т.Ю. Савва // Непрерывное профессиональное образование в социокультурной сфере: проблемы и перспективы: Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Орел: ОГИИК, 2006. – С. 389-391.
4. Савва, Т.Ю. Verbo – компьютерная программа обучения и тестирования знаний форма глаголов испанского языка [Текст] / Т.Ю. Савва, Ю.Б. Савва // Известия ОрелГТУ «II Международная научно-техническая конференция Информационные технологии в науке, образовании и производстве», т.3. – 1(3). – 2006. – С. 117-120.
5. Савва, Т.Ю. О «мягкой» оценке знаний иностранных языков студентов при компьютерном тестировании [Текст] / Т.Ю. Савва, Ю.Б. Савва // Материалы Международной научно-практической конференции «Россия-Франция: проблемы и перспективы формирования медиатек».- Орел, 2007. – С.
6. Беляев, М.И. Теоретические основы создания образовательных электронных изданий [Текст] / М.И. Беляев, В.М. Вымятнин, С.Г. Григорьев и др. – Томск: Изд-во Том. Ун-та, 2002. – 86 с.
7. Финогеева Э.А. Основы педагогики в проблемных ситуациях и упражнениях [Текст]: учебное пособие. – Орел: ОГИИК, Социально-образовательный центр, 1996. – 96 с.
8. Финогеева Э.А. Основы педагогики [Текст]: практикум. – Орел, ОГИИК, 2006. – 56 с.

#### Савва Татьяна Юрьевна

Студентка факультета электроники и приборостроения,  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(0862)76-19-10  
E-mail: tator@mail.ru

#### Финогеева Эльвира Александровна

Заведующая кафедрой психолого-педагогической подготовки и социальной работы, к. филос. н.,  
Орловский государственный институт искусств и культуры, г. Орел  
Тел.: + 7(0862)41-68-40  
E-mail: finela@list.ru

УДК 621.4-2, 621.822.5

САВИНА О.А., СТЫЧУК А.А., ВОЛКОВ В.Н.

### **РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СПРАВОЧНО-КАРТОГРАФИЧЕСКОЙ ИНТЕРНЕТ-СИСТЕМЫ ПО РУССКОМУ ЯЗЫКУ**

The Purpose of the project is a reflection of the picture of the spreading and change to language situation in Russian Federation and overseas, as well as result of the monitoring to realization of the federal target program «Russian language (2006-2010)». The following main functioning were executed In the course of performances of the state contract. The Selection and motivation of the factors for building of the thematic electronic cards on base of the profound analysis and estimations to comparative importance of the separate factors and indicator of the federal target program. After termination of the information searching and selection of the information were designed attributive and cartographic database. On base attributive and cartographic database are built electronic thematic cards. 15 Thematic cards are Formed in cut of the selected factors on poles to sections. The Electronic version reference-cartographic Internet-systems on russian language (on CD-disk) is Windows-application.

Актуальность данного проекта обусловлена необходимостью отражения картины распространения и динамики языковой ситуации в Российской Федерации и за рубежом, разработки и размещения в сети Интернет наглядных справочно-информационных материалов по русскому языку. Разработанная в рамках федеральной целевой программы (ФЦП) «Русский язык (2006-2010 годы)» справочно-картографическая система по русскому языку на геоинформационной основе предназначена для использования в задачах мониторинга и формирования тематических информационных материалов по русскому языку, используемых в системе образования.

Информационное наполнение справочно-картографической Интернет-системы по русскому языку позволяет преодолеть поверхностный подход к анализу динамики языковой ситуации, обеспечивает использование в исследованиях количественных методов и активное применение современных информационных технологий, а также формирование информационной базы для дальнейших исследований.

Целью проекта является отражение картины распространения и изменения языковой ситуации в Российской Федерации и за рубежом, а также результатов мониторинга реализации ФЦП «Русский язык (2006-2010 годы)» [6].

В ходе выполнения работ осуществлен отбор и обоснование показателей для построения тематических электронных карт на основе содержательного анализа и оценки сравнительной важности отдельных показателей и индикаторов ФЦП. Важным аспектом работы на этом этапе явился информационный поиск и отбор сведений о функционировании русского языка в Российской Федерации и за рубежом по ряду источников [1-4,8]. Поиск и отбор сведений проводился по системе государственной и ведомственной статистики (в том числе и по субъектам Российской Федерации и странам мира) [5,9]. Систематизация статистической информации осуществлена в следующем разрезе:

- по странам мира;
- субъектам Российской Федерации.

Сформирован банк данных по ряду важнейших показателей, перечень которых приведен в таблице 1. Информационный банк содержит официальные статистические данные 2005-2006 годов и данные мониторинга хода и результатов реализации федеральной целевой программы «Русский язык (2006-2010 годы)» за 2006-2007 годы. Обработка

данных проводилась с использованием электронно-вычислительной техники и офисного программного обеспечения (табличные редакторы, текстовые редакторы).

Таблица 1 – Перечень основных показателей

Номер по:аза-теля	Наименование показателя	В каком раз-резе рассмат-ривается
1	Количество изданных и распространенных учебно-методических и культурно-просветительских изданий и аудиовизуальных материалов для учителей русского языка и литературы и лиц, обучающихся в образовательных учреждениях с этнокультурным компонентом	Субъекты РФ
2	Количество изданных и распространенных программ и учебных комплексов по русскому языку и литературе с лингвокультурологическим компонентом	Субъекты РФ
3	Количество изданных и распространенных научно-популярных книг и журналов по русскому языку и литературе	Субъекты РФ
4	Количество просветительских мероприятий, популяризирующих русский язык, литературу и культуру России	Субъекты РФ
5	Количество мероприятий, проводимых Российским обществом преподавателей русского языка и литературы	Субъекты РФ
6	Количество участников мероприятий, проводимых Российским обществом преподавателей русского языка и литературы	Субъекты РФ
7	География трансляции культурно-просветительских программ, увеличение количества образовательных и культурно-просветительских программ, ориентированных на русскоязычную аудиторию государств – участников СНГ и стран Балтии	Страны мира (СНГ)
8	Количество изданных и распространенных учебно-методических комплексов по русскому языку и литературе в государствах – участниках СНГ и странах Балтии	Страны мира (СНГ)
9	География мероприятий, проводимых Международной ассоциацией преподавателей русского языка и литературы	Страны мира
10	География распространения учебно-методических материалов для дистанционного обучения соотечественников (детей и взрослых) за рубежом русскому языку и культуре России	Страны мира
11	Участники реализации Федеральной целевой программы «Русский язык»	Субъекты РФ
12	Сведения о регионах, в которых имеются программы поддержки русского языка	Субъекты РФ
13	Сведения о софинансировании мероприятий реализации Федеральной целевой программы «Русский язык» по регионам	Субъекты РФ
14	Увеличение количества изданных и распространенных информационных материалов, касающихся русского языка и культуры России в зарубежных странах	Страны мира
15	Доступность для населения зарубежных стран информационных материалов, касающихся русского языка и культуры России	Страны мира

Собранные исходные материалы были организованы в географическом и тематическом аспектах. На их основе разработана атрибутивная и картографическая базы данных. Базы данных созданы на основе табличного редактора Microsoft Excel и содержат статистическую и тематическую информацию, используемую при создании тематических карт в разрезе отобранных показателей. На основе атрибутивной и картографической базы

данных построены электронные тематические карты с использованием программного обеспечения MapInfo Professional (версия 7.8). В целом сформировано 15 тематических карт в разрезе отобранных показателей по 6 разделам. Разделы справочно-картографической системы по русскому языку сформированы, исходя из содержания задач Федеральной целевой программы «Русский язык (2006-2010 годы)» и включают: обеспечение эффективного функционирования русского языка как государственного языка Российской Федерации; укрепление позиций русского языка как средства межнационального общения народов Российской Федерации; создание полноценных условий для развития русского языка как национального языка русского народа; обеспечение эффективного функционирования русского языка как основы развития интеграционных процессов в СНГ; обеспечение распространения и изучения русского языка и культуры России в зарубежных странах; обеспечение наиболее полного удовлетворения языковых и культурных потребностей соотечественников за рубежом.

Картографические материалы сформированы в формате MapInfo, который представляет собой совокупность таблиц и рабочих наборов, описывающих данные таблицы. Каждому слою карты соответствует определенная таблица. Электронные тематические карты открываются посредством рабочих наборов, файлы которых имеют расширение .wof.

Электронная справочно-картографическая система (ЭСКС) создана с целью структурирования и наглядного представления в электронном виде атрибутивной и картографической базы данных, электронных тематических карт и сопутствующих документов, разработанных в рамках ФЦП «Русский язык». Это обусловило необходимость поддержки в ЭСКС средств структуризации информационных блоков в форме разделов и подразделов, а также работы со следующими типами электронной информации:

- рабочие наборы электронных тематических карт MapInfo Professional;
- электронные таблицы Microsoft Excel, содержащие тематическую информацию, необходимую для построения соответствующих карт;
- текстовые документы Microsoft Word, содержащие справочную информацию по соответствующим разделам;
- файлы презентаций Microsoft PowerPoint, содержащие отчеты о выполнении работы.

Электронная справочно-картографическая система (ЭСКС) реализована в форме пользовательского приложения с развитым многооконным графическим интерфейсом пользователя. Функциональный интерфейс справочно-картографической системы по русскому языку содержит следующие основные компоненты: основное пользовательское меню, систему контекстного меню, панель инструментов, панель просмотра дерева документов, область просмотра содержания документов, раздел «Справка» («Помощь»). ЭСКС содержит в себе справочный раздел по работе с самой системой, с картами, таблицами, текстовыми файлами комментариев, которые представляют собой многостраничный гипертекстовый документ в формате HTML. Для его просмотра используется программа Internet Explorer.

С целью повышения функциональных возможностей системы в нее была включена база данных ссылок, которая связывает интерфейс системы непосредственно с определенными файлами документов на диске.

Наличие ссылочной базы данных является отличительной особенностью данной ЭСКС и позволяет создавать, редактировать, удалять и перемещать документы и разделы с документами по желанию пользователя. Вся информация представляется в виде иерархического дерева, структура которого может произвольно изменяться. Единственным ограничением является максимальное количество уровней, иерархии равно семи.

Логическая структура базы данных представлена на рисунке 1, физическая – на рисунке 2.

В качестве СУБД используется Firebird версии 1.5.

Более подробно основные и дополнительные функциональные возможности справочно-картографической системы по русскому языку представлены в форме прецедентной модели способов использования на рисунке 3.

Результаты выполненной работы обеспечивают актуализацию и значительное дополнение информационных ресурсов, представленных в информационных модулях географической информационной системы (ГИС) «Русский язык», что создает условия для практического и научного анализа детализированной, конкретной и точной пространственной информации, её научно обоснованного обобщения [6].

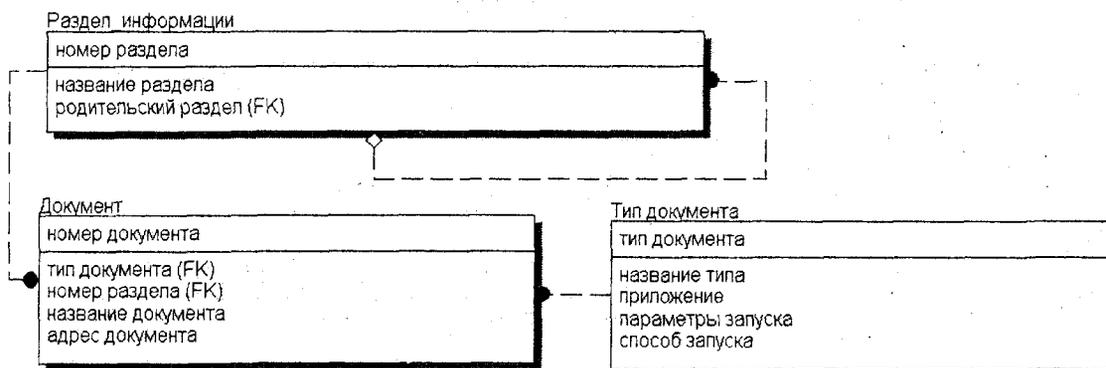


Рисунок 1 – Логическая структура базы данных ЭСКС

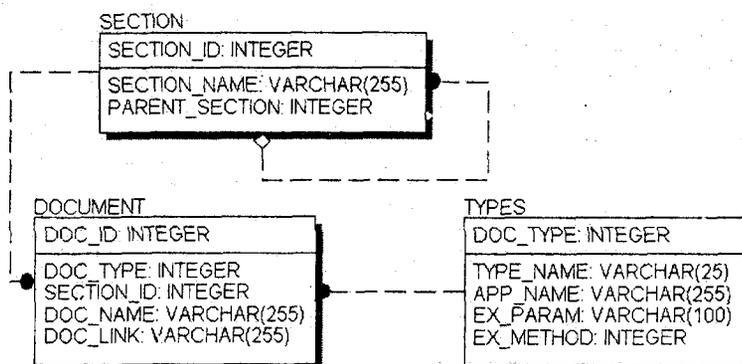


Рисунок 2 – Физическая структура базы данных ЭСКС

В итоге выполнения работ по проекту «Информационное наполнение справочно-картографической Интернет-системы по русскому языку» были получены следующие результаты:

1. Проведен отбор и обоснование показателей для построения электронных тематических карт на основе содержательного анализа и оценки сравнительной важности отдельных показателей и индикаторов ФЦП. Был сформирован банк данных по 15 важнейшим показателям.

2. Разработаны атрибутивная и картографическая базы данных. Базы данных созданы на основе табличного редактора Microsoft Excel и содержат статистическую и тематическую информацию, используемую при создании тематических карт в разрезе отобранных показателей

3. Сформировано 15 тематических карт в разрезе отобранных показателей по шести разделам.

4. Разработана электронная версия справочно-картографической Интернет-системы по русскому языку (на CD-диске), которая является Windows-приложением, не требует

специальной установки, запуск программы осуществляется непосредственно с компакт-диска.

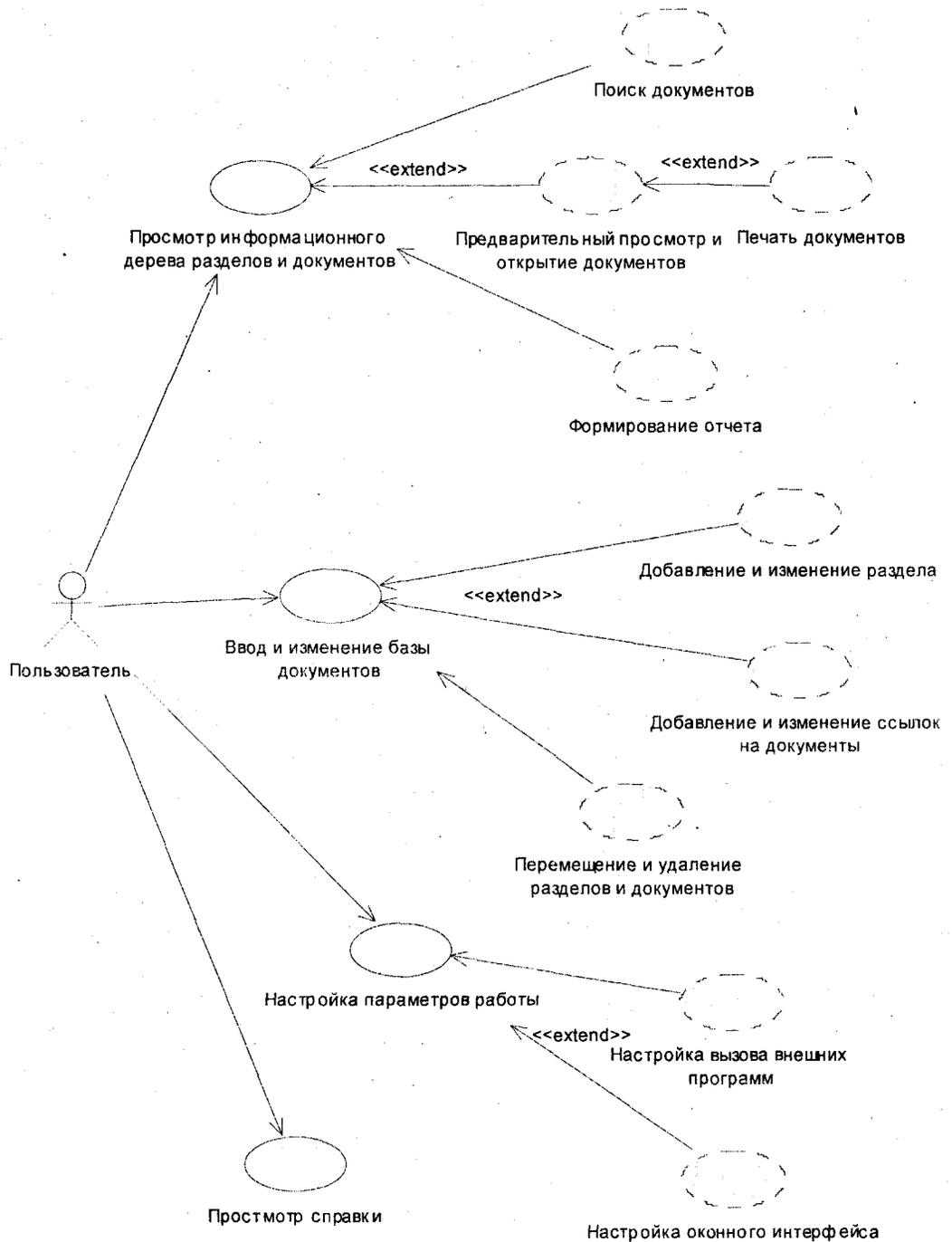


Рисунок 3 – Прецедентная модель справочно-картографической системы «Русский язык в России и за рубежом»

5. Подготовлена электронная версия справочно-картографической Интернет-системы по русскому языку на компакт-диске. Усовершенствованная программная обо-

лочка позволяет актуализировать ранее представленную и осветить новую информацию на Интернет-версии справочно-картографической системы по русскому языку на сайте федеральной целевой программы «Русский язык (2006-2010 годы)»: <http://www.stateprogram.ru>.

6. Для наглядного представления результатов проекта подготовлен оригинал-макет печатной версии справочно-картографической Интернет-системы по русскому языку, представляющий собой набор карт с краткими комментариями.

7. В целях максимально возможного распространения результатов проекта, в том числе и среди тех пользователей, которые не имеют доступа в Интернет, по окончании создания электронной версии выполнена подготовка и проведено тиражирование (500 экз.) версии справочно-картографической Интернет-системы по русскому языку на компакт-дисках и их рассылка [7].

Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что информационное наполнение и актуализация сформированных на базе ГИС и Интернет-технологий ресурсов по состоянию распространения русского языка позволяет:

- преодолеть поверхностный подход к анализу динамики языковой ситуации;
- расширить круг пользователей электронными информационными ресурсами по тематике «Русский язык»;
- проводить мониторинг состояния языковой ситуации, отражать текущую (актуальную) информацию по вопросам функционирования русского языка в России и за рубежом;
- использовать в исследовании количественные методы и активное применение современных информационных технологий;
- сформировать информационную базу для дальнейших исследований [6].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вестник МАПРЯЛ [Текст]: журнал международной ассоциации преподавателей русского языка и литературы. – 2005. – № 48-49.
2. Вестник МАПРЯЛ [Текст]: журнал международной ассоциации преподавателей русского языка и литературы – 2006. – № 50.
3. Вестник МАПРЯЛ [Текст]: журнал международной ассоциации преподавателей русского языка и литературы – 2006. – № 51.
4. Вестник МАПРЯЛ [Текст]: журнал международной ассоциации преподавателей русского языка и литературы. – 2006. – № 52.
5. Вишняков, С.А. Русский язык в современном обществе [Текст]: функциональные и статусные характеристики / С.А. Вишняков. – М.: ИНИОН РАН, 2006. – 232с.
6. Информационное наполнение справочно-картографической Интернет-системы по русскому языку, Федеральная целевая программа «Русский язык (2006-2010 годы)» [Текст]: отчет по исполнению Государственного контракта № П59 от 19 апреля 2007 г. (закл. № Я-28, № ГР 01.2.007 06460 / ОрелГТУ; рук. Савина О.А. – Орел, 2007. – 96 с. – Исполн.: Лазарев С.А., Волков В.Н., Малахов М.Н., Стычук А.А., Погорелов А.С., Савина А.Л.
7. Постановление Правительства Российской Федерации от 29 декабря 2005 г. № 833 «О федеральной целевой программе «Русский язык (2006-2010 годы)» [Текст].
8. Российский статистический ежегодник [Текст]: Статистический сборник. – М.: Росстат 2006.
9. Русский язык в мире: современное состояние и тенденции распространения [Текст]. Вып. 3. – М.: Центр социального прогнозирования, 2005. – 312 с.

**Савина Ольга Александровна**

Профессор кафедры «Информационные системы», д.э.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(4862)76-19-10  
E-mail: olsavina@yandex.ru

**Стычук Алексей Александрович**

Доцент кафедры «Информационные системы», к.т.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(4862)76-19-10  
E-mail: stichuck@rambler.ru

**Волков Вадим Николаевич**

Доцент кафедры «Информационные системы», к.т.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(4862)76-19-10  
E-mail: vadimvolkov@list.ru

УДК 004.415.2

САЗОНОВ М. А., ЗАЛЮБОВСКИЙ А. Е., НОВИКОВ Д. А.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА КАФЕДРЫ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

The article describes automatic informational system, which can be used on chair of institute of higher education. The design system doesn't depend on using network topology, and all settings depend on specific DBMS and type of connection client to server. An automation work-place allows speed up processes of planning and controlling education process. The system allows lecturers to reduce their work-time, which they spend on gathering data (marks, instructions and plans) and they don't have to use papers for their official duties. Application of design system to chair of institutes of higher education allows to create uniform system of controlling education process whereon it can to raise efficiency decision-making on problematic situations.

Использование вычислительной техники сотрудниками кафедр для решения задач обеспечения учебной деятельности стало неотъемлемой частью преподавательской деятельности в современном вузе. Наибольшую популярность среди информационных технологий получили распределенные информационно-справочные системы, как подкласс автоматизированных информационных систем. Как правило, используется технология доступа типа «толстый клиент», представленная на рисунке 1, то есть на клиентской стороне функционирует приложение, получающее доступ к базе данных, хранящейся на серверной стороне, что позволяет большую часть нагрузки перекладывать на клиентские рабочие станции [1].

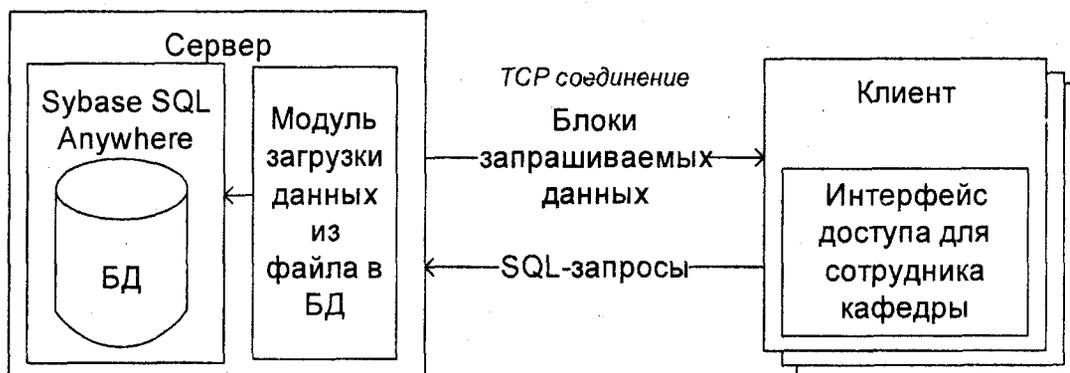


Рисунок 1 – Клиент-серверная архитектура построения АИС «Кафедра»

Клиентами автоматизированной информационной системы (АИС), как правило, являются не только руководители кафедр, но и профессорско-преподавательский состав, а также сотрудники лаборатории кафедры. Это обуславливает необходимость разграничения доступа пользователей, которое может быть обеспечено ограниченной функциональностью учетных записей, используемых подчиненным составом или проектированием для них специальных интерфейсов доступа с учетом их должностных обязанностей и прав [2].

Проектируемая система не зависит от используемой топологии сети, и все настройки зависят от системы управления базы данных (СУБД), используемой для работы АИС, и возможных ее способов подключения клиентов к серверу. В качестве системы управления информационным хранилищем используется СУБД Sybase SQL Anywhere версии 5.0, устойчиво работающая в transport control protocol (TCP) сетях [3].

Число возможных клиентов ограничивается не только используемой СУБД, но и возможностями используемой сети, как ее топологией, так и используемым оборудованием, ограничивающим пропускную способность канала связи.

Необходимо отметить, что при проектировании системы было установлено опытным путем: для работы проектируемых приложений требования к программному и аппаратному обеспечению накладываются только с учетом требований СУБД. Концепция построения баз данных и механизмы обеспечения сетевого доступа СУБД обеспечивают совместный доступ пользователей к одним и тем же данным одновременно, вследствие чего необходимость обеспечить разграничение доступа пользователей как программным способом, так и организационными методами отпадает [4].

Из рисунка 2 видно, что автоматизация деятельности учебной кафедры вуза позволяет ускорить процессы планирования, организации и контроля учебного процесса путем избавления должностных лиц от использования бумажных носителей.



Рисунок 2 – Организационная структура процесса информационного обмена на кафедре вуза в нотации IDEF0

АИС позволяет создавать требуемые отчетности в автоматизированном режиме, то есть в зависимости от условий работы конкретного приложения: системной даты, активного пользователя и распоряжений, полученных от руководства, что в свою очередь повышает удобство пользования приложением и ускоряет работу пользователей.

Система состоит из двух взаимодополняющих частей: стационарной распределенной базы данных и мобильной составляющей реализованной, на карманном персональном компьютере (КПК) и взаимодействующей с основной базой данных (БД) через интерфейс Wi-Fi (рис 3). Мобильная составляющая позволяет осуществлять сбор данных и сохранение их в базу данных непосредственно при проведении занятия или мероприятия.

Программа, функционирующая на мобильной составляющей, предназначена для выполнения на КПК Pocket PC, оснащенного процессором ARMV4i с тактовой частотой не ниже 324МГц, и установленной операционной системой Windows Mobile 5.0. Требуется установленная платформа выполнения NET Compact Framework v2.0.

При сборе данных с использованием мобильной составляющей подразумевается использование пакета Pocket Microsoft Excel, который сохраняет данные в виде структурированных таблиц, и дальнейший их перенос на сервер БД в формате Microsoft Excel, с расширением \*.xls. Администратор БД при помощи модуля загрузки данных из файлов данных вносит полученную информацию в БД. Также этот модуль позволяет загружать информацию, полученную от руководства, в формате Microsoft Excel, например, расписание занятий, с целью их последующего использования всеми пользователями системы,

вследствие чего получена схема централизованного редактирования БД для разгрузки пользователей от однотипной работы.

Примерный расчет объема базы данных, обеспечивающей работу АИС «Кафедра» с использованием СУБД Sybase SQL Anywhere, приведен в таблице 1. Общий размер базы данных за семестр составляет около 655 Кбайт. Ряд таблиц остаются неизменными, поэтому увеличение объема данных за семестр составляет не более 530 Кбайт, а величина неизменных данных составляет 125 Кбайт. По требованиям нормативных документов, регламентирующих хранение информации в вузе, время хранения оценочных ведомостей составляет 15 лет. При хранении информации за 9 семестров объем данных составляет примерно 70 Мбайт.

Таблица 1 – Расчет размера базы данных

Номер	Название таблицы	Название колонки	Тип данных	Записей	Размер (Байт)
1	Дисциплина	Код дисциплины	Varchar(5)	7	35
2		Дисциплина	Varchar(70)		490
3	Вид занятия	Код занятия	Integer	12	72
4		Вид занятия	Varchar(15)		180
5	Тема	Код темы	Varchar(15)	33	495
6		Тема	Varchar(100)		3300
7	Специализация	Код специализации	Integer	3	18
8		Специализация	Varchar(100)		300
9	Группа	Код группы	Varchar(5)	14	70
10		Состав группы	Integer		84
11		Код специализации	Integer		84
12	Должность	Код должности	Integer	10	60
13		Должность	Varchar(20)		200
14	Личный состав	Код студента	Integer	120	720
15		Код группы	Integer		720
16		Фамилия	Varchar(20)		2400
17		Имя	Varchar(20)		2400
18		Отчество	Varchar(20)		2400
19	Аудитория	Код аудитории	Varchar(3)	30	90
20		Аудитория	Varchar(20)		600
21	Преподаватель	Код преподавателя	Varchar(5)	12	60
22		Код должности	Integer		72
23		Преподаватель	Varchar(25)		300
24	Занятия	Идент. занятия	Integer	900	5400
25		Код занятия	Integer		5400
26		Код места	Varchar(3)		2700
27		Дата проведения	Date		9000
28		Код группы	Varchar(5)		4500
29		Номер пары	Integer		5400
30		Код дисциплины	Varchar(5)		4500
31		Код преподавателя	Varchar(5)		4500
32	Оценки	Идент. занятия	Integer	27000	162000
33		Код студента	Integer		162000
34		Оценка	Integer		162000
Итого:					559126

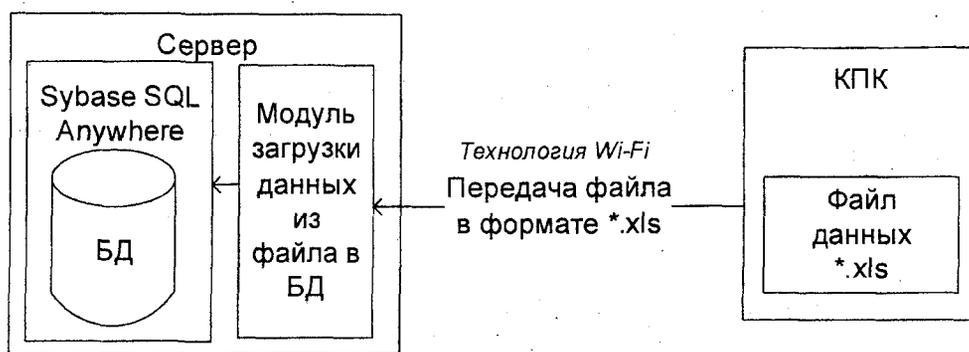


Рисунок 3 – Схема информационного обмена стационарной и мобильной составляющей

Использование АИС «Кафедра» в деятельности кафедры вуза оперативность учебной и методической деятельности, а также снизить влияние человеческого фактора за счет автоматизации ряда рутинных функций. Перспективой развития разрабатываемой системы является внедрение ее на различных кафедрах вуза, что в дальнейшем позволит создать единую информационную систему образовательного процесса в вузе.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Уолрэнд, Дж. Телекоммуникации и компьютерные сети. Вводный курс [Текст]: Учебное пособие / Дж. Уолрэнд. – М: Постмаркет, 2001. – с.124-127.
2. Смирнов, С.Н. Работаем с Oracle [Текст]: учебное пособие / С.Н. Смирнов, И.С. Задворьев. – М: Гемос, 2002. – 63 с.
3. Фаронов, В.В. Базы данных в Delphi [Текст]: учебное пособие / В.В. Фаронов. – С-Пб: Питер, 2005. –347 с.
4. Гарсия-Малино, Г. Полный курс баз данных [Текст]: учебное пособие / Г. Гарсия-Малино. – С-Пб: Вильямс, 2004. – с.458-461.

**Сазонов Михаил Анатольевич**

Преподаватель, к.т.н.  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: + 7(0862)41-99-32  
E-mail: sma77@list.ru

**Залюбовский Александр Евгеньевич**

Слушатель  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: + 7(0862)41-99-32  
E-mail: sash2t@rambler.ru

**Новиков Дмитрий Александрович**

Слушатель  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: + 7(0862)41-99-32  
E-mail: hcspartak@rambler.ru

УДК 004:37

СВЕТКИН А.В., САВВА Ю.Б.

## АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА СОЗДАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ШКОЛЬНЫМИ WEB-САЙТАМИ

In the report the analysis of existing means of automation of creation and management of school web-sites is resulted. The concept of the new automated system is considered, allowing to eliminate lacks of existing decisions. It is presented object-oriented model of the developed system and the description of the basic design decisions.

### ВВЕДЕНИЕ

Для учреждений среднего образования в настоящее время остро стоит вопрос о более тесном взаимодействии преподавателей, классных руководителей и родителей учащихся. С одной стороны, это объясняется возникновением новых и малоизученных проблем в образовании, воспитании, появившихся в современном мире. С другой стороны, в текущих экономических условиях все больше возрастает занятость родителей. Традиционные формы связи (например, родительские собрания) становятся все менее эффективными. Кроме того, у общества возникает потребность в открытом освещении деятельности образовательных учреждений, а у преподавателей – в установлении и укреплении контактов в профессиональной сфере.

Одним из эффективных средств решения этих проблем является использование возможностей Интернета – web-сайт учебного заведения позволяет отражать все аспекты, как учебного процесса, так и иных сторон деятельности учебного заведения [1-7]. Однако в настоящее время лишь сравнительно небольшая часть школ имеет свой сайт (ситуация варьируется от региона к региону). В основной массе их профессиональный уровень невысок [1], что не позволяет говорить об эффективном решении упомянутых проблем. Это объясняется рядом причин:

- немногие преподаватели обладают достаточными умениями в области создания и последующей поддержки в актуальном состоянии web-сайтов;
- работа по регулярному обновлению содержания web-сайта требует от преподавателей дополнительных затрат времени, выделение которого не предусмотрено учебными планами и является, по сути, дополнительной нагрузкой.

Разработка специализированной автоматизированной системы для создания и управления школьными web-сайтами позволит образовательным учреждениям иметь собственный web-сайт, который удовлетворяет поставленным требованиям.

### 1 АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ ПОДХОДОВ

В настоящее время для создания сайтов учреждений среднего образования применяются различные подходы, в т.ч.

- применение одной из систем управления сайтами общего назначения, которая адаптируется для решения конкретных задач;
- разработка и внедрение оригинальной системы для создания конкретного сайта;
- использование специализированной системы, разработанной с учетом требований, общих для сайтов учреждений среднего образования;

Каждый из описанных подходов имеет как свои достоинства, так и недостатки.

#### *Системы общего назначения*

Преимущественно используются программные продукты с открытым кодом и свободной лицензией, такие, как Joomla, Wordpress, PostNuke, PHPNuke.

Адаптация системы может носить различный характер по объему и сложности вносимых изменений. Распространена смена визуального оформления и подключение дополнительных модулей для расширения функциональности. Часто модифицируется код ядра (в некоторых случаях это единственная возможность адаптации). К недостаткам такого подхода можно отнести:

- относительную сложность адаптации (многие полученные сайты можно охарактеризовать, как недостаточно адаптированные);
- практическую невозможность распространения выработанного решения на другие сайты (из-за отсутствия систематизации процесса адаптации).

#### *Оригинальные системы*

Оригинальные программные изделия разрабатываются в том случае, если процесс адаптации требует больше затрат, чем разработка новой системы. Разработанная система уже обладает свойствами, заданными поставленной задачей, однако полученные решения не могут быть обобщены и распространены на другие сайты.

#### *Специализированные системы*

Специализированные системы представляют собой системы управления сайтами, разработанные с учетом специфических требований и полностью готовые к внедрению. Опишем некоторые из представленных на рынке решений:

Программа «Конструктор школьных сайтов» разработана в 2002 году в рамках федеральной целевой программы «Развитие единой информационной среды». «Конструктор» является приложением, устанавливаемым на стороне клиента, где и происходит создание сайта. Созданный с использованием «Конструктора» сайт представлен в виде набора HTML-документов. Размещение сайта на сервере происходит при помощи встроенного FTP-клиента. Среди недостатков данной программы необходимо выделить следующие:

- отсутствие инструментов для решения специфических задач образовательных учреждений (ведение расписания занятий, личные данные учащихся и т.п.);
- слабые возможности по структурированию информации: сложности при построении иерархических связей между материалами сайта, жесткая типизация публикуемых материалов;
- отсутствие средств управления пользователями и средств разграничения прав;
- необходимость использования специального приложения для управления сайтом, вызванная отсутствием web-интерфейса.

Программа SiteEdit Junior (<http://www.siteedit.ru/junior>) разработана компанией EDGESTILE в рамках проекта «Моя школа». Используется в ряде школ регионов Российской Федерации. Имеет закрытый исходный код, лицензируется на определенный период.

SiteEdit Junior является приложением, устанавливаемым на стороне клиента, где и происходит создание сайта. Созданный сайт представлен в виде набора HTML-документов и исполняемых файлов. Размещение сайта на сервере происходит при помощи встроенного FTP-клиента. Недостатки системы:

- жесткая типизация публикуемых материалов;
- отсутствие средств управления пользователями и средств разграничения прав;
- необходимость использования специального приложения для управления сайтом;
- ограниченная функциональность web-интерфейса.

## **2 КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ СОЗДАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ШКОЛЬНЫМИ WEB-САЙТАМИ**

Обозначим круг задач, решаемых предлагаемой системой:

- создание полноценного сайта образовательного учреждения;
- администрирование сайта под силу самому образовательному учреждению;
- оптимизация технической поддержки, обслуживания и размещения сайтов;

Основная цель, которую преследует разработчик, – сделать возможным создание сайта образовательного учреждения без привлечения квалифицированных специалистов со стороны, поскольку это требует существенных финансовых затрат. Этой же причиной обусловлена необходимость повышения эффективности технического сопровождения и снижения его трудоемкости.

Исходя из этого, система должна удовлетворять следующим обобщенным требованиям:

- реализовывать особые для образовательных учреждений функции;
- являться доступной для эксплуатации и внедрения неспециалистами;
- быть готовой к внедрению в различных условиях;
- легко настраиваться и адаптироваться;
- быть простой в обслуживании, поддержке и модификации;
- иметь минимальную стоимость.

Помимо общей информации, на web-сайте образовательного учреждения в разделах, доступных только для учащихся, их родителей и преподавателей, администрации, должны отображаться следующие сведения:

- сведения об учащихся: успеваемость, посещаемость и т.п.;
- сведения о классах: ученики, классный руководитель;
- сведения о преподавателях: читаемые предметы, классное руководство;
- расписание учебных занятий.

При этом web-сайт образовательного учреждения должен обеспечивать организацию обратной связи учащихся, их родителей и преподавателей, администрации. Прочие функции и свойства являются общими для систем управления: гибкое управление содержанием, структурой, оформлением, разграничение прав пользователей, дружественный интерфейс и т.п.

#### *Концепция предлагаемого решения*

Для решения поставленной задачи предлагается следующая концепция:

- в качестве основы используется готовая система управления сайтами общего назначения;
- разрабатывается набор модулей, адаптирующих выбранную систему для реализации требуемой функциональности;
- разрабатываются схемы внедрения системы.

Использование готовой системы в качестве основы имеет следующие преимущества:

- значительное уменьшение времени, затрачиваемое на разработку;
- возможность использовать модули, разработанные третьей стороной;
- поддержка со стороны разработчиков или сообщества;
- гарантия (в определенных пределах) стабильной и безошибочной работы.

Необходимо принять во внимание и недостатки такого подхода:

- затраты времени на изучение архитектуры и API;
- необходимость принимать ограничения, накладываемые архитектурой системы.

Таким образом, решение об использовании готовой основы может быть принято только в том случае, если выбранный программный продукт имеет:

- открытый исходный код;
- свободную лицензию;
- модульную или компонентную архитектуру;
- документацию к API;
- подходящий набор готовых модулей;
- поддержку со стороны разработчиков.

Кроме того, не менее важными критериями выбора будут:

- грамотный, читаемый исходный код;

- стабильность работы;
- сообщество сторонних разработчиков;
- успешные примеры внедрения.

С учетом изложенного для разработки предлагаемой автоматизированной системы в качестве ее прототипа была выбрана система управления сайтами Drupal [8], которая:

- позволяет реализовать механизм администрирования web-сайта, включая управление его страницами, настройками;
- предоставляет инструментальные средства для описания объектов, представляемых на web-сайте для отражения хода учебного процесса;
- предоставляет API для создания программного модуля, реализующего функциональные особенности школьного web-сайта.

### 3 МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ

Моделирование предметной области разрабатываемой системы выполнено с использованием объектно-ориентированного подхода и языка UML.

#### *Варианты использования системы*

Выделим основные действующие лица (рисунок 1):

- Администратор: отвечает за функционирование системы; на начальном этапе он выполняет запуск сайта, в дальнейшем производит его мониторинг и настройку;
- Супервизор: выполняет функции цензора содержимого сайта и отвечает за содержимое сайта; он обладает правами полного доступа к публикуемым материалам;
- Преподаватель: осуществляет подготовку и публикацию материалов на сайте; обладает правами доступа к материалам сайта и разделам в пределах своих обязанностей;
- Родитель: обладает правами доступа к закрытым разделам сайта, содержащим информацию о его ребенке;
- Гость: обладает правами доступа только к открытым, общедоступным материалам сайта.

Необходимо заметить, что одни и те же люди могут иметь несколько ролей.

#### *Моделирование организации учебного процесса*

Вводятся следующие взаимосвязанные понятия: учебного класса, параллели классов, предмета, преподавателя, урока и оценки, которые формируют структуру учебного процесса (рисунок 2). Каждая сущность характеризуется набором свойственных ей основных характеристик. Дополнительно существует возможность задания новых, произвольных характеристик. Данная структура описывает основные взаимосвязи в учебном процессе. Система должна обеспечивать возможность ведения учетных записей учащихся, которые включают:

- личные данные (ФИО, дата рождения, фотография, год поступления и т.п.);
- сведения об успеваемости и посещаемости;
- расписание предметов;
- текущие отзывы преподавателей, классного руководителя.

Ввиду практической невозможности учесть все требования к содержанию учетной записи, предусматривается возможность гибкой конфигурации. Доступ к учетной записи ограничен, причем каждая роль имеет свои собственные привилегии.

Обратная связь организуется между преподавателями и родителями. Родитель может отправить сообщение администрации учебного заведения или адресовать его конкретному преподавателю (в том числе, в ответ на отзыв об учащемся в его учетной записи). Сообщения могут быть получены на адрес электронной почты или прочитаны через web-интерфейс системы. Внутри образовательного учреждения, они также могут быть распечатаны и доставлены до адресата традиционным способом.

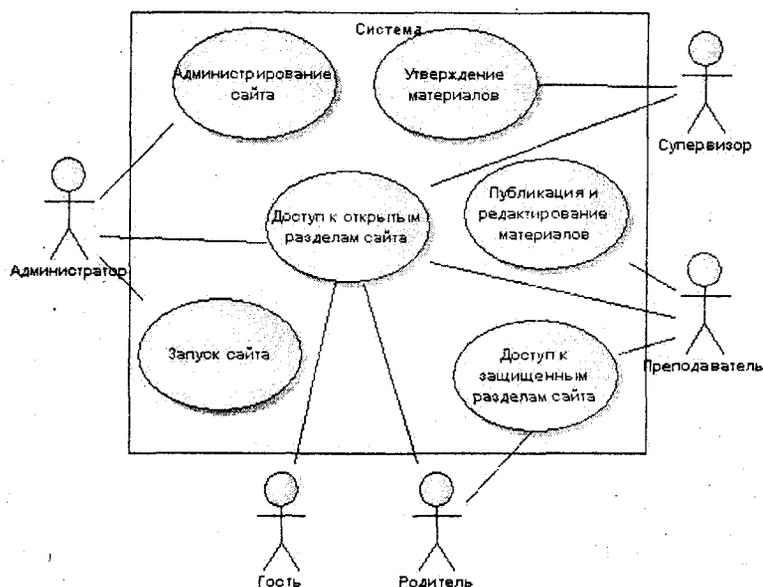


Рисунок 1 – Диаграмма прецедентов

Для упрощения процесса внедрения возможно применение т.н. «шаблонов» сайтов. Они представляют собой predetermined модули, структуру, оформление и пример содержимого сайта. Заготовки разрабатываются для типовых ситуаций и условий и уменьшают объем работы по настройке сайта.

#### 4 РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ

Основой создаваемого приложения становится модуль school, подключаемый к системе Dgural. Модуль состоит из интерфейсной части, реализующей соединение с ядром системы в соответствии с API, и внутренней части, выполняющей основные функции.

Сущности «учащийся», «класс», «параллель», «преподаватель», «предмет» описываются как материалы (nodes). Это улучшает интеграцию, т.к. материал является базовым элементом системы. Их хранение и обработка осуществляются автоматически, но только для стандартных параметров (идентификатор, создатель, дата создания и т.п.). Все прочие данные необходимо обрабатывать и хранить самостоятельно.

Те параметры, которые необходимы для организации взаимосвязи указанных выше сущностей, будут обрабатываться в модуле school. Для хранения сущностей «урок» и «оценка» создана структура таблиц БД, приведенная на рисунке 2.

Все остальные параметры являются гибко настраиваемыми. Для каждой сущности (кроме урока и оценки) имеется некоторый их predetermined набор, но он может быть сокращен или расширен в процессе эксплуатации. Для реализации такой возможности воспользуемся модулем sck (content creation kit). Он позволит конечным пользователям формировать собственные параметры для любых материалов системы (текстовые или числовые значения, изображения, гиперссылки и т.п.).

Для вывода списков учащихся в классе, классов в параллели, учителей, ведущих определенный предмет, используется модуль views. Он предоставляет средства формирования списочных структур: фильтрация, поиск, сортировка и т.д. Необходимо только предоставить модулю views информацию о созданных сущностях и их параметрах. В модуле sck эта возможность уже реализована, в создаваемом модуле school придется воспользоваться views API.

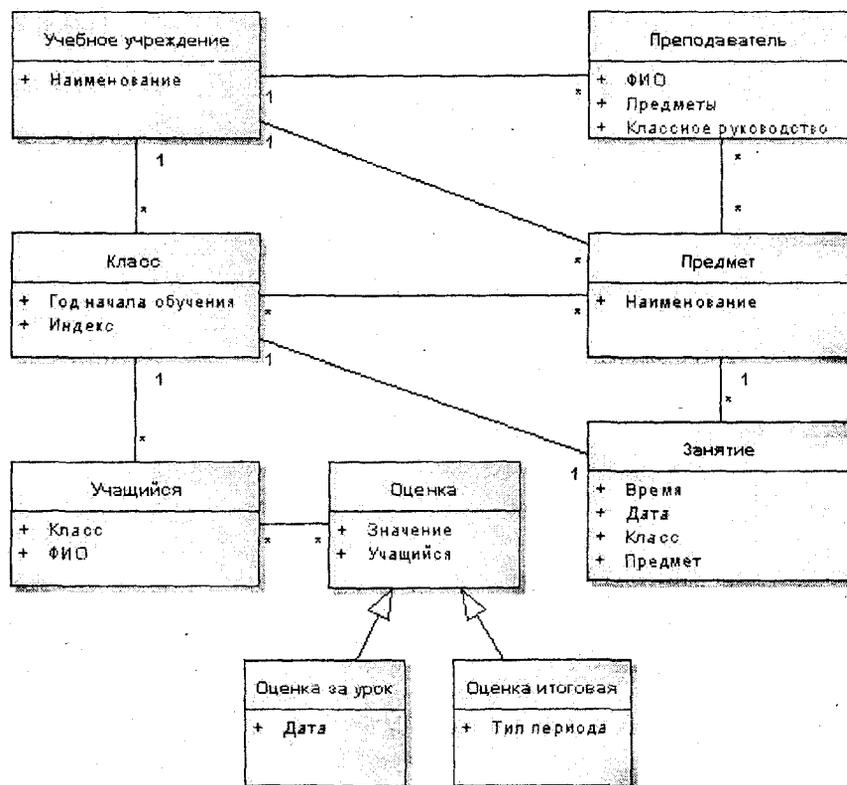


Рисунок 2 – Структура учебного процесса (диаграмма классов)

Будем связывать каждую учетную запись учащегося с двумя пользователями системы: один будет выполнять роль родителя, второй - учащегося. Сущность «преподаватель» также связывается с отдельным пользователем.

Разграничение прав пользователей в рамках модуля school выполнена путем введения привилегий:

- доступ ко всем данным без ограничений;
- доступ ко всем данным только для чтения;
- доступ к связанной учетной записи учащегося как родитель;
- доступ к связанной учетной записи учащегося как учащийся.

Привилегию полного доступа получают администраторы и авторы, ответственные за учебный процесс. Доступ для чтения предоставляется супервизорам. Родители и учащиеся имеют доступ для просмотра только своей учетной записи, при этом их права несколько отличаются. Доступ к закрытой части системы осуществляется по имени пользователя (логину) и паролю.

Для реализации обратной связи вводим новый тип материала — сообщение, которое имеет отправителя (пользователя-родителя), адресата (преподавателя, представителя администрации школы и т.п.), тему и сам текст послания. Все сообщения сохраняются в системе. Сообщения составляются и отправляются родителями, адресат может ознакомиться с сообщением через web-интерфейс, получить копию на адрес электронной почты или при помощи администратора системы. Родитель может просмотреть ответное сообщение аналогичным образом.

В поставку также включены несколько вариантов (тем) оформления. Система позволяет достаточно свободно менять расположение элементов на странице. Кроме того, используется модуль color, который позволяет менять цветовую гамму оформления.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Разработанная система удовлетворяет поставленным задачам и реализует требуемую функциональность.

Как возможное направление развития приложения можно назвать модернизацию пользовательского интерфейса за счет использования новых технологий (динамические и интерактивные элементы web-страниц, прием и передача данных без перезагрузки страницы и т.д.). Это сделает программное изделие более удобным в эксплуатации.

Дальнейшее расширение функциональности системы может быть начато с поддержки расписания занятий учебного учреждения, расширения возможностей по импорту и экспорту данных системы в различных форматах.

Перспективным направлением развития системы в целом может быть интеграция с программными комплексами, использующимися в образовательных учреждениях для управления образовательным процессом.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарты и методологии в жизненном цикле программного обеспечения информационных систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.osp.ru/cio/2001/10/171950/\\_p3.html](http://www.osp.ru/cio/2001/10/171950/_p3.html)
2. Ээльмаа, Ю. Школьный сайт – это просто? [Электронный ресурс] / Ю. Ээльмаа. – Режим доступа: <http://elmaa.net>.
3. Калашников, С.П. Создание школьного сайта, как элемента информационно-коммуникативной среды образовательного учреждения [Электронный ресурс] / С.П. Калашников // Вопросы Интернет-образования. – Режим доступа: [http://vio.fio.ru/vio\\_52/cd\\_site/Articles/art\\_1\\_7.htm](http://vio.fio.ru/vio_52/cd_site/Articles/art_1_7.htm).
4. Горюнова, М.А. Разработка структуры школьного сайта [Электронный ресурс] / М.А. Горюнова // Вопросы Интернет-образования. – Режим доступа: [http://vio.fio.ru/vio\\_07/cd\\_site/Articles/art\\_1\\_15.htm](http://vio.fio.ru/vio_07/cd_site/Articles/art_1_15.htm).
5. Москвичёва, Г.Г. Сайт школы: от замысла до создания [Электронный ресурс] / Г.Г. Москвичёва // Вопросы Интернет-образования. – Режим доступа: [http://vio.fio.ru/vio\\_35/cd\\_site/Articles/art\\_2\\_2.htm](http://vio.fio.ru/vio_35/cd_site/Articles/art_2_2.htm).
6. Якушина, Е.В., Создание школьного сайта [Электронный ресурс] / Е.В. Якушина, Лавренов А.Ю. // Вопросы Интернет-образования. – Режим доступа: [http://vio.fio.ru/vio\\_29/cd\\_site/Articles/art\\_4\\_4.htm](http://vio.fio.ru/vio_29/cd_site/Articles/art_4_4.htm).
7. Маталыгин, В.В. Советы по созданию школьного сайта [Электронный ресурс] / В.В. Маталыгин. – Режим доступа: <http://edu.itech.ru/ctt/internet/sovet.htm>.
8. Директор создает школьный сайт... (из опыта работы) [Электронный ресурс] // Информационные технологии в управлении школой. – Режим доступа: <http://inform.direktor.ru/journal/schoolsite/tabunidze>.
9. Drupal API reference [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://api.drupal.org>.

**Светкин Александров Васильевич**

Студент факультета электроники и приборостроения  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(0862)76-19-10  
E-mail: [svetkin@remarka.ru](mailto:svetkin@remarka.ru)

**Савва Юрий Болеславович**

Старший преподаватель кафедры информационных систем,  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(0862)76-19-10  
E-mail: [su\\_fio@mail.ru](mailto:su_fio@mail.ru)

УДК 371.302.2.

СЕМИНА М.А.

## **РОЛЬ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЦЕССЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ИНЖЕНЕРОВ**

The article deals with the fact that higher education quality is closely connected with renewal of scientific and methodological facilities, foundation of modern technological basis and use of new information and educational technologies. Information technologies are known to occupy the central place in educational system development. The need is stressed to apply computer environment in educational process that upgrades the effectiveness and quality of studies. Education is not considered to be modern without integration of engineering education and applied information technologies within the whole period of studying at University.

Современное состояние науки и практики ставит перед непрерывной математической профессионально-направленной подготовкой задачи, требующие поиска и разработки эффективных технологий, оптимизации методик обучения, обеспечивающих высококачественное математическое образование в условиях дефицита времени и возрастающего объема информации. Необходимы новые подходы к проектированию содержания и реализации непрерывной математической подготовки, которые позволят достичь высокого качества математических знаний и умений.

За период обучения в вузе студент может усвоить ограниченный объем знаний, так как динамический научно-технический и социальный прогресс, увеличение объема новой информации по экспоненциальному закону резко сокращают долю знаний, получаемых студентом в период вузовского образования, по отношению к информации, необходимой ему для полноценной деятельности в изменяющемся обществе. В этих условиях задача сообщения студенту на уровне образования объема информации, достаточного для его будущей профессиональной деятельности, оказывается нереальной. На первый план выходит задача интеллектуального развития, включающего, в частности, способность студента к усвоению знаний, к самостоятельному поиску и усвоению новой информации.

Традиционные методы и средства обучения студентов не дают требуемого качества и скорости усвоения новых инженерных знаний. На сегодняшний день качество вузовского обучения тесно связано с обновлением научно-методического обеспечения, созданием современной материально-технической базы и использованием новых информационных и образовательных технологий.

Для эффективной подготовки инженерных кадров основные инструменты, используемые технологии и среда информационного обмена у инженера и у студента технологического университета должны быть идентичны. Обеспечение решения взаимосвязанных задач сохранения конкурентоспособности отечественного производства наукоемких изделий и инженерного образования определяется адекватностью реакции последнего на особенности современного машиностроительного производства, способностью обеспечивать качество образования.

Наиболее важными отличительными чертами перспективной системы образования, которая оказалась бы способной найти необходимые ответы на вызовы XXI века, должны стать следующие [3]:

- фундаментализация образования, что должно существенным образом повысить его качество;
- опережающий характер всей системы образования, ее нацеленность на проблемы наступающей постиндустриальной цивилизации и развитие творческих способностей человека;

- существенно большая доступность системы образования за счет широкого использования методов дистанционного обучения и самообразования на основе перспективных информационных телекоммуникационных технологий.

Информационная технология обучения - это определенная логика организации учебно-познавательного процесса, основанного на использовании компьютерных и других информационных средств. Она предполагает достижение заданных целей подготовки специалистов-профессионалов, активное включение обучаемых в сознательное освоение содержания образования, обеспечивает мотивационное, творческое овладение основными способами будущей профессиональной деятельности, способствует формированию личностного становления будущих специалистов [5].

Целью информатизации образования является глобальная рационализация интеллектуальной деятельности путем использования новых информационных технологий (НИТ), радикальное повышение эффективности и качества подготовки специалистов, т.е. подготовка кадров с новым типом мышления, соответствующим требованиям постиндустриального общества.

В результате достижения этой цели в обществе должны быть обеспечены массовая компьютерная грамотность и формирование новой информационной культуры мышления путем индивидуализации образования. Эта стратегическая цель информатизации сферы образования является долгосрочной, многофакторной, включающей в себя целый ряд целей и подцелей:

- подготовку учащихся к полноценному и эффективному участию в общественной и профессиональной областях жизнедеятельности в условиях информационного общества;
- повышение качества образования;
- увеличение степени доступности образования;
- повышение экономического потенциала страны за счет роста образованности населения (человеческий капитал);
- интеграцию национальной системы образования в научную, производственную, социально-общественную и культурную информационную инфраструктуру мирового общества.

Информатизация высшей школы выдвигает перед профессорско-преподавательским составом вузов ряд новых профессиональных задач, среди которых одной из наиболее значимых является оценка эффективности использования в учебном процессе современных технологий обучения, в частности, информационных. Решение названной задачи влечет за собой потребность в выборе и обосновании для этих целей критериев дидактической эффективности, позволяющих проводить соответствующие педагогические измерения.

Под дидактической эффективностью применения в обучении информационных технологий предлагается понимать эффект деятельности преподавателя по достижению с использованием комплекта компьютерных и информационных средств заранее прогнозируемых целей обучения и воспитания студентов, это положительное приращение достигнутого при этом результата в настоящем к предыдущему результату, с учетом временных, технических, дидактических и психофизиологических затрат. В таком случае измерение и оценку дидактической эффективности применения информационных технологий можно с достаточной степенью достоверности производить по количественно-качественным показателям образовательного процесса путем обобщения и сравнения одних статистических данных с другими. Следует указать, что сравнению подлежат только результаты, изначально определяемые целями обучения.

Качество оценивается способностью удовлетворения потребностей потребителя - личности, отрасли, государства. И хотя система высшего образования выполняет «двойные социальные функции» [2] - обращенные к личности и общественным потребностям, ин-

женерное образование создавалось и развивалось всегда и везде для обеспечения промышленного производства. Поэтому, говоря о качестве инженерного образования, следует иметь в виду степень удовлетворения потребностей промышленного производства.

Использование набора таких критериев, как качество усвоения знаний, навыков и умений, прочность их усвоения, мотивация, активность, а также время обучения позволяют на требуемом уровне успешно решать задачи оценки эффективности применения информационных технологий.

Проблемы эффективности и качества выдвигают перед специалистом задачу создания высокоэкономичной техники и технологии. Для ее решения он должен владеть методами экономического анализа и экономической оптимизации. В условиях компьютеризации современных производств специалист должен уметь грамотно и рационально использовать ЭВМ для проведения расчетных и экспериментальных работ. Компьютеризация и технологизация образования значительно расширяют интеллектуальную деятельность обучаемых.

Информационные технологии играют в настоящее время ключевую роль также и в процессах получения и накопления новых знаний. При этом на смену традиционным методам информационной поддержки научных исследований путем накопления, классификации и распространения научно-технической информации приходят новые методы, основанные на использовании вновь открывающихся возможностей информационной поддержки фундаментальной и прикладной науки, которые предоставляют современные информационные технологии.

Информационные технологии занимают сегодня центральное место в процессе интеллектуализации общества, развития его системы образования и культуры. Использование обучающих информационных технологий оказалось весьма эффективным методом для систем самообразования, продолженного обучения, а также для систем повышения квалификации и переподготовки кадров.

В результате «мощного взрыва» информационных технологий стало ясно [6], что в ближайшей перспективе технологическое разнообразие станет таким, что знать его будет просто нельзя, значит, главное - знать технологические принципы и, пользуясь ими и собственным воображением, создавать новые технологии и быстро постигать существующие, то есть созданные другими. Во всем мире все чаще при рассмотрении роли специалиста в современном обществе акценты смещаются в сторону сугубо социальных подходов и оценок [7].

Любая информационная технология включает в себя две проблемы:

- решение конкретных функциональных проблем пользователя;
- организация информационных процессов, поддерживающих решение этих задач.

Сегодня математика выступает в качестве необходимого и вполне работоспособного инструмента, используемого для повышения эффективности результата в различных областях целенаправленной человеческой деятельности. Математика становится языком «сжатия» информации и эффективного оперирования ею во всех отраслях знания. Именно непрерывное математическое образование формирует системные подходы и язык междисциплинарного общения [2].

Общую проблему цели обучения математике специалистов следует формулировать как поиск соответствия между специальностью, по которой производится обучение, и теми математическими знаниями и навыками, которыми специалист должен обладать.

В общем случае это уже далеко не так, что делает необходимым провести перечисление и охарактеризовать аспекты математического обеспечения безотносительно к тем задачам, к решению которых оно может применяться [2]:

- алгоритмическое, призванное описывать переходы от конкретно поставленных задач к их решениям, являющееся естественным продолжением и дополнением

методического: описывает конкретные варианты того пути решения задач, который указывается методическим обеспечением;

- информационное, заключающееся в том, чтобы для того или иного конкретного случая определить значения параметров, входящих в его условия; превращающее абстрактные математические модели в конкретные задачи, решение которых получает непосредственную практическую приложимость;

- программное, осуществляющее реализацию на ЭВМ результатов, достигнутых в алгоритмическом обеспечении;

- техническое, состоящее из парка ЭВМ, вспомогательного оборудования, специализированных средств автономного сбора и первичной обработки эмпирической информации.

Идея укрупнения дидактических единиц (УДЕ) отвечает концепции непрерывного образования. Теория УДЕ рассматривается с точки зрения ее возможностей для построения целостной современной технологии обучения (от средней школы до вуза), в максимальной степени реализующей задачу развития всех сфер личности учащегося и, прежде всего, интеллектуальной. УДЕ позволяет качественно преобразовать все элементы системы обучения: от структурирования содержания образования и форм его воплощения до деятельности преподавателя и, соответственно, школьников и студентов.

Занимаясь поиском и разработкой методов преподавания математики в связи с теорией укрупнения дидактической единицы усвоения знаний, можно сделать вывод о том, что концепция П. М. Эрдниева по проблеме укрупнения дидактической единицы в высшей школе реализуется эффективно, если преподаватель умело сочетает метод противопоставлений в изучении математического материала с использованием элементов программированного обучения и познавательных задач.

Идея укрупнения дидактических единиц усвоения знаний реализуется наиболее успешно на тех занятиях, на которых преподаватель умело использует метод противопоставлений с методикой программированного обучения.

Программированное обучение на том этапе, когда ведущая роль в процессе обучения отводится познавательной самостоятельной работе, создает благоприятные условия для объяснения нового материала: преподаватель получает возможность объяснять материал не полностью, а лишь наиболее трудную часть, либо ту его часть, которая необходима для включения обучающихся в познавательную самостоятельную работу.

Следует отметить, что под системой программированных заданий понимается установившаяся и отработанная на практике такая дидактическая программа, которая содержит в себе операционные и информационные поэтапные кадры (упражнения, задания), позволяющие построить занятие хотя бы частично, по методике проблемного обучения.

Средствами программированного обучения удастся реализовать метод противопоставлений не только в изучении математического материала, но и в методике обучения математике.

Умелое и систематическое использование на занятиях математики элементов программированного обучения способствует тому, что темп продвижения слабоуспевающих обучающихся в изучении нового материала повышается до уровня среднего студента, при этом стимулируется работоспособность обучающихся, степень усвояемости нового материала, улучшается внимание.

Информационный подход – это только один из приемов анализа процесса обучения, т.к. не всякая информация есть знание, в то же время всякое знание является информацией.

В отличие от традиционных образовательных технологий информационная технология имеет предметом и результатом труда информацию, а орудием труда - ЭВМ. Внедрение компьютерных средств в учебный процесс повышает эффективность и качество в

первую очередь тех видов занятий, которые связаны с усвоением информации, контролем занятий, укреплением навыков решения задач.

В настоящее время практика использования информационных технологий в образовании обнаруживает две тенденции:

- применение универсальных компьютерных программ, предназначенных для решения широкого круга практических и научных задач и адаптированных к учебным дисциплинам;
- применение обучающих программ, специально разработанных для целей обучения.

Из проведенного анализа компонентов информатизации инженерного образования следует, что для достижения «идеальных» значений показателей его микромоделей, обеспечивающих конкурентоспособность образования и промышленности, необходимо модифицировать дидактическую систему инженерного образования (прежде всего, по специальностям наукоемкого машиностроения), рассматривая ее как совокупность педагогических и организационных мероприятий, обеспечивающих информатизацию образования на основе информационных технологий с участием все более широкого круга преподавателей и студентов.

В первую очередь, здесь необходимо отметить методы информационного моделирования исследуемых наукой процессов и явлений, позволяющие ученому проводить своего рода «вычислительный эксперимент». При этом условия эксперимента могут быть выбраны такими, которые часто не могут быть практически осуществлены в условиях натурального эксперимента из-за их большой сложности, высокой стоимости или же опасности для экспериментатора.

Успехи в применении математических методов в значительной мере определяются также теми возможностями, которые открываются перед наукой в связи с использованием быстродействующих вычислительных машин и других специализированных устройств по автоматизации некоторых интеллектуальных процессов [4]. Большие перспективы открываются при использовании компьютеров, объединенных в мощные вычислительные центры, для осуществления математических экспериментов, решения крупных научно-технических и социально-экономических проблем, в том числе глобального характера. Применение современной вычислительной техники выдвигает новые проблемы по ее математическому обеспечению, что, в свою очередь, стимулирует исследования в области теоретической и прикладной математики. Поэтому третья причина математизации современного научного знания связана со всевозрастающим использованием и совершенствованием компьютерной техники и других устройств по автоматизации интеллектуальной деятельности.

Методы математического моделирования имеют очень большое значение в различных исследованиях и широко используются в учебном процессе, где модель предлагается студенту в готовом виде (первый вариант) или обучаемый сам составляет (описывает) модель изучаемого явления (второй вариант). В первом случае студент исследует поведение изучаемого явления при различных значениях (изменение параметров изучаемых технологических процессов, входящих в модель). Обработав соответствующими статистическими методами результаты «эксперимента», обучаемый может получить за несколько часов работы с системой такую информацию, которую он смог бы получить только через несколько месяцев работы в лабораторных условиях, проводя эксперимент с изменениями параметров реальных технологических процессов производств. При этом математические модели изучаемых явлений «закладываются» в ПК разработчиками обучающих технологий, а студенты используют их в режиме имитации лабораторных работ. Во втором случае студент учится составлять модель того или иного технологического процесса или явления, описывать ее математически (в виде системы формул, уравнений и т.п.), исследовать ее поведение и определять адекватность изучаемому явлению.

Совершенствование методов решения функциональных задач и способов организации информационных процессов приводит к совершенно новым информационным технологиям, среди которых применительно к обучению можно выделить следующие:

1. Компьютерные обучающие программы, включающие в себя электронные учебники, тренажеры, тьюторы, лабораторные практикумы, тестовые системы.
2. Обучающие системы на базе мультимедиа-технологий, построенные с использованием персональных компьютеров, видеотехники, накопителей на оптических дисках.
3. Интеллектуальные и обучающие экспертные системы, используемые в различных предметных областях.
4. Распределенные базы данных по отраслям знаний.
5. Средства телекоммуникации, включающие в себя электронную почту, телеконференции, локальные и региональные сети связи, сети обмена данными и т.д.
6. Электронные библиотеки, распределенные и централизованные издательские системы.

Информационные технологии, являясь составной частью технологий обучения, в свою очередь содержат ряд технологий, классифицируемых по техническому базису [1]:

- технология мультимедиа позволяет соединить в единое целое различные формы представления информации: текст, голос, музыку, графику, иллюстрации, видео и т.д.; включает обучающие программы, построенные на основе мультимедиа подхода;
- технологии записи и хранения информации (CD-ROM, CD-RW, DVD и т.д.) позволяют создавать огромные информационные банки визуальной и акустической информации на компактных и надежных носителях;
- проекционные технологии избавляют обучающихся от необходимости быть прикованными к экрану компьютера, перенося его изображение (в том числе и динамическое) на большой настенный экран;
- телекоммуникационные технологии предоставляют в распоряжение человека безграничные информационные ресурсы планеты;
- поисковые технологии и системы управления базами данных позволяют эффективно ориентироваться в этих ресурсах и быстро находить необходимые материалы;
- технологии набора, верстки и дизайна предоставляют каждому желающему мощный и удобный инструментальный создания и содержательного наполнения композиции, верстки, изготовления макетов учебных пособий, альбомов, книг, вспомогательных наглядных материалов.

Эффективность информатизации образования может быть достигнута, если:

- сами технологии образования будут представлены, как системный метод проектирования от мотивов, целей до результатов образования;
- информатизация будет направлена на все компоненты образовательной среды, а не только на внедрение;
- образовательная среда будет ориентирована на саморазвитие личности обучающегося.

Без интеграции инженерного образования и прикладных информационных технологий с постоянным использованием последних в качестве основного инструмента на всем периоде обучения в вузе такое образование не может считаться современным. Переход к инженерному образованию на основе информационных технологий – необходимое условие обеспечения качества и конкурентоспособности отечественных и образования, и промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Анохина, Г.М. Личностно ориентированная система обучения [Текст]/ Г.М. Анохина // Педагогика. – 2003. - № 7. – С. 66-71.
2. Иванов, В.Н. Социальные технологии в современном мире [Текст]/ В.Н. Иванов. – М. – Н. Новгород, 1996. – 237 с.
3. Колин, К.К. Информационное общество и проблема образования [Текст]/ К.К. Колин // Информационное общество. – 1997. – №2-3. – С. 113-128.
4. Кондратьев, В.В. Информатизация инженерного образования [Текст]: учебное пособие / В.В. Кондратьев: Казан.гос.технол.ун-т. Казань, 2005. – 260 с.
5. Образцов, П.И. Психолого-педагогические аспекты разработки и применения в вузе информационных технологий обучения [Текст]: монография/ П.И. Образцов. Орловский государственный технический университет. Орел, 2000. – 145 с.
6. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования / Под ред. Е.С. Полат. – М.: Академия, 1999. - 224 с.
7. Шукшунов, В.Е. Инновационное образование: идеи, принципы, модели [Текст]/ В.Е. Шукшунов, В.Ф. Взятыхшев, Л.И. Романкова. – М.: МАН ВШ, 1996. – 289 с.

### **Семина Марина Александровна**

Доцент кафедры естественнонаучных дисциплин, к.п.н.

Чистопольский филиал «Восток» Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева, г. Чистополь

Тел.: 8 (84342) 4-37-65

E-mail: [seminama@mail.ru](mailto:seminama@mail.ru)

УДК 004.942

ТЕРЕНТЬЕВ С.В.

## РЕАЛИЗАЦИЯ ДЕЛОВЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИГР В РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СРЕДЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

The approach to creation of program system for realization of business industrial games is considered in this paper. The system can be used for training experts, whose activity is based on the organization of manufacture. The central place in the structure of this system borrows an information field of game. It is realized in the form of a database settles down on a server. Besides the system includes the player's applications and the program simulator of production.

Деловая игра – форма воссоздания предметного и социального содержания профессиональной деятельности, моделирования систем отношений, характерных для данного вида практики. Проведение деловой игры представляет собой развёртывание особой (игровой) деятельности участников на имитационной модели, воссоздающей условия и динамику функционирования реальной системы [1].

В настоящее время информационные технологии позволяют максимально приблизить деловые игры к реальности. Это делает процесс игры более интересным и плодотворным. Сегодня деловые игры получают широкое распространение в школах менеджмента, у специалистов по мировой экономике, а также в военном деле, промышленности, медицине.

Рынок программного обеспечения динамично пополняется такого рода продуктами. Известны системы, позволяющие, например, воспроизводить в игровом варианте определенные аспекты деятельности акционерных обществ: покупка и списание оборудования, покупка сырья, варианты производства продукции, оплата труда, контроль качества, реализация продукции в условиях конкуренции, получение кредитов и открытие депозитов [2].

В то же время для любого промышленного предприятия центральной задачей является обеспечение эффективной работы его основного звена – производственной системы. Оперативное управление производством для предприятий с дискретным его характером требует от соответствующих служб больших усилий, определенного уровня знаний и практического опыта сотрудников, а также использования адекватных методов управления. Создание и использование программного комплекса, позволяющего организовывать проведение деловых производственных игр, направлено на получение навыков принятия решений без участия в работе реального производственного объекта. Результаты могут быть использованы в системе профессионального образования и повышения квалификации при подготовке специалистов, чья деятельность связана с организацией производства.

Для достижения указанных результатов необходимо разработать технологию описания деловых производственных игр. Технология описания должна обеспечивать возможность формализованного определения вектора состояний рассматриваемой производственной системы, определения состава участников игры, правил воздействия каждого из них на вектор состояний, а также формирования множества возможных случайных воздействий. Кроме того, технология должна предусматривать задание исходного состояния производственной системы, т.е. задание значений всех компонентов вектора состояний на момент начала игры.

Центральным понятием в рамках рассматриваемого подхода является понятие информационного поля игры. Под ним будем понимать совокупность информации, описывающей состояние объекта игры (предприятия), а также совокупность документов, оказывающих влияние на состояние объекта игры, регламентирующих его развитие.

Таким образом, информационное поле включает в себя в качестве одной из составляющих вектор состояний производственной системы. Значения компонент вектора представляют собой совокупность информации об объектах управления предприятия. Такую информацию можно разделить на две группы:

– постоянная информация (изделия и их конструктивный состав, список технологических операций над изделиями, материалы, нормы расхода материалов, списки оборудования и т.п.);

– модифицируемая информация (состояние склада материалов предприятия, состояние цеховых складов, количество готовых изделий, информация о выполнении сменных заданий и т.п.).

На основе этих информационных групп игроки (представляющие собой различные подразделения предприятия) принимают управленческие решения (играют). При этом каждый из игроков получает возможность работать с той информацией и принимать лишь такие решения, которые относятся к компетенции соответствующего отдела или должностного лица (например, заместитель директора по производству, отдел маркетинга, планово-диспетчерский отдел, начальник цеха механообработки).

Игроки, принимая управленческие решения, формируют документы. При этом игрок может использовать информацию об объекте игры (значении компонент вектора состояний) и другие документы. Таким образом, игроки, используя информацию о состоянии объекта игры и совокупность документов, формируют новые документы, а на основе решений, отраженных в этих документах, изменяется состояние объекта игры.

Отметим, что игроки обмениваются информацией между собой не напрямую, а через информационное поле, посредством обмена документами.

Кроме игроков, на информационное поле оказывает влияние программный имитатор. Он предназначен для обеспечения реакции игры на решения игроков, отраженные в формируемых ими документах.

Имитатор оказывает влияние на ход игры по следующим направлениям:

- формирует заявки заказчиков продукции предприятия,
- обеспечивает поступление материалов от поставщиков,
- имитирует ход производственного процесса.

Программный имитатор также обеспечивает появление случайных событий, таких как: выход оборудования из строя, болезнь рабочих, несвоевременное поступление материалов от поставщиков, неполное выполнение работниками их сменных заданий.

Общая схема воздействия игроков и программного имитатора на информационное поле игры представлена на рисунке 1.

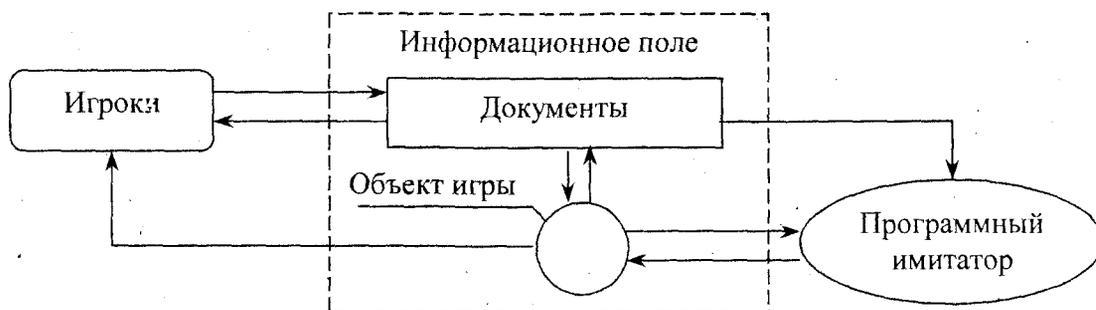


Рисунок 1 – Схема воздействия игроков и программного имитатора на информационное поле игры

Ключевой задачей реализации предложенного подхода является разработка алгоритмов, обеспечивающих течение игры в распределенной вычислительной среде в соответствии с установленными правилами и исходными условиями. При этом каждый из ее участников (плюс программный имитатор) рассматривается как самостоятельный про-

цесс. Синхронизация и взаимодействие процессов должны быть организованы в соответствии с принципами параллельного программирования.

С точки зрения состава программной системы предполагается, что информационное поле игры, реализованное в виде базы данных соответствующей структуры, находится на компьютере-сервере. Игроки работают каждый со своим приложением, находясь за компьютерами, подключенными к сети. Отдельное приложение реализует функции программы-имитатора. Общая схема реализации элементов программной системы в вычислительной сети представлена на рисунке 2.

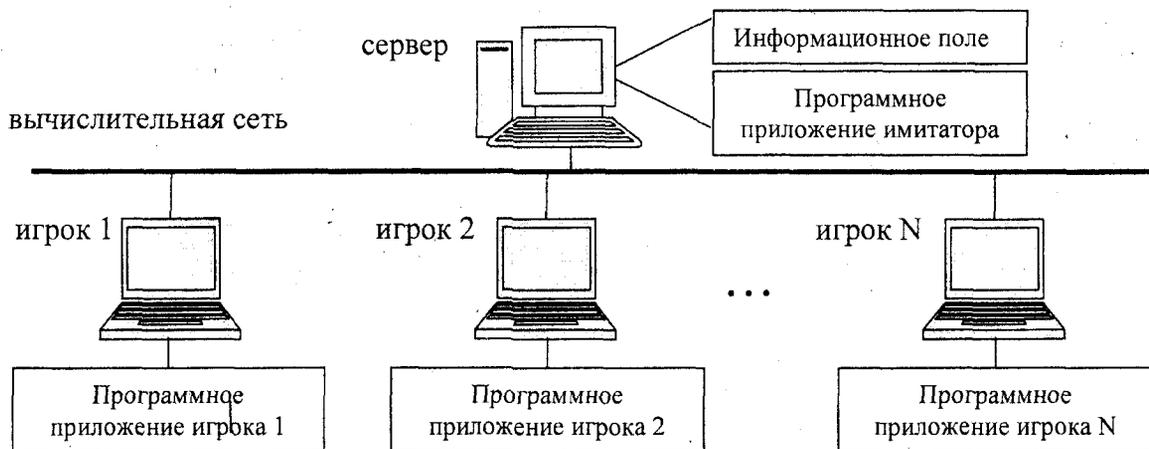


Рисунок 2 – Общая схема реализации элементов программной системы в вычислительной сети

Важной задачей является также визуализация (разработка структуры пользовательского интерфейса) игрового процесса для элементов программного комплекса, реализованных на рабочих станциях каждого из участников. Интерфейс должен способствовать приближению участника к условиям, имеющим место на реальном предприятии (это может касаться, например, форм отображаемых документов).

Реализация изложенной идеи может привести к возникновению экономического и научного результатов.

Возможные источники экономического эффекта:

- повышение качества подготовки специалистов, влекущее за собой повышение квалификации управленческого персонала и, как следствие, улучшение организации производственного процесса;

- пропаганда использования информационных систем и технологий в управлении производством. Обучаясь управлению посредством программной системы, персонал предприятий оказывается заинтересованным во внедрении подобных систем на своих предприятиях.

Научный эффект заключается в создании инструментальных средств и методики реализации деловых игр по управлению дискретным производством, внедрении новых методов обучения для управленческого персонала промышленных предприятий.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Современные образовательные технологии. Центр проблем развития образования Белорусского государственного университета. Аналитический обзор международных тенденций развития высшего образования №5 (январь-июнь 2003 г.) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://charko.narod.ru/tekst/an5/1.html>

2. Компьютерные деловые игры серии БИЗНЕС-КУРС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://vkbb.ru>.

**Терентьев Сергей Викторович**

Доцент кафедры информационных систем, к.э.н.

Орловский государственный технический университет, г. Орел

Тел.: +7(4862)76-19-10

E-mail: [terentev@orel.fio.ru](mailto:terentev@orel.fio.ru)

УДК 621.38

ТОПОРКОВА О.М.

## МНОГОСЛОЙНАЯ МОДЕЛЬ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ВУЗЕ

In the given publication the hierarchical model of information system of support of designing of the basic educational program in a direction of preparation which prepares high school is considered. It is the basic document regulating the maintenance and the organization of educational process.

### ВВЕДЕНИЕ

Современная высшая школа России переживает серьезные перемены в методологии и концептуальных подходах к нормативным показателям организации учебного процесса со стороны регламентирующих органов, которые вызваны ее присоединением к процессам Болонских реформ в 2003 году. Коренным образом изменилось содержание основного нормативно-правового документа - федерального государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования (ФГОС), с помощью которого вузы традиционно разрабатывают информационную базу для организации учебного процесса – основную образовательную программу по направлению подготовки (ООП). В ФГОС воплотилась ставшая очевидной в новых условиях функционирования вузов необходимость и возможность расширения «академических свобод»<sup>1</sup> последних для определения содержания обучения и для его реализации.

Новый стандарт (ГОС третьего поколения) имеет следующие основные особенности, важные для информационной поддержки организации учебного процесса вузом:

- отсутствует перечень обязательных к изучению дисциплин и, соответственно, дидактических единиц;
- вместо квалификационных требований к выпускнику прописаны требуемые для него компетенции;
- сделан переход на новые единицы определения трудоемкости обучения: введены так называемые зачетные единицы вместо часовых объемов;
- частично сохраняется типизация учебных циклов и разделов, принятая в стандартах второго поколения. Однако учебные циклы поделены на базовую и вариативную часть. Базовая часть должна «сравнивать» выпускников различных вузов и различных регионов, обучающихся по одному направлению, а вариативная часть позволяет учесть в ООП особенности регионального развития и местных потребностей, а также предпочтения академических сообществ вузов.

Новые подходы к формированию содержания обучения определяют и дополнительные требования к проектированию ООП: ее следует разрабатывать различными группами заинтересованных сторон, включая академическое сообщество вуза, работодателей, администрацию региона, бывших выпускников и, возможно, самих студентов<sup>2</sup>, а также

<sup>1</sup> О разработке нового поколения государственных образовательных стандартов и поэтапном переходе на уровневое высшее профессиональное образование с учетом требований рынка труда и международных тенденций развития высшего образования: Протокол заседания коллегии Министерства образования и науки РФ от 01.02.07, № ПК-1. – [http://www.edu.ru/db/mo/Data/d\\_07/mpk-1.html](http://www.edu.ru/db/mo/Data/d_07/mpk-1.html).

<sup>2</sup> Справка по вопросу «О разработке нового поколения государственных образовательных стандартов и поэтапном переходе на уровневое высшее профессиональное образование с учетом требований рынка труда и международных тенденций развития высшего образования». – <http://www.edu.ru/db/portal/spe/3v/3101071.htm>.

она должна ежегодно обновляться с учетом достижений науки, техники и социальной сферы.

Понятно, что формирование ООП невозможно без разработки новых технологий, создающих единое информационно-коммуникационное пространство для объединения участников проекта, а также без новых методов и моделей, как математической основы таких технологий. В данной публикации рассмотрена модель распределенной информационной системы поддержки проектирования ООП - ИСПрОП, включающая нечеткие методы принятия решений с учетом ряда ограничений.

### ОБЩЕЕ ОПИСАНИЕ МОДЕЛИ

Модель  $\aleph$  ИСПрОП имеет структуру многослойной семантической сети, в которой вершины заданы протофреймами определенного формата (1):

$$\aleph = \langle \{\mathfrak{R}_j\}; R \rangle, j \in \{1, 2, 3, 4\}, \quad (1)$$

где  $\mathfrak{R}_j$  - один из слоев модели,  $R$  - отношения между слоями.

Первый слой  $\mathfrak{R}_1$  представляет нормативные данные для проектирования ООП из ФГОС. Он представляется деревом, в котором каждый уровень задан протофреймом, описывающим структуру и нормативную трудоемкость ООП, а также итеративно определяемые фактические данные по ООП. Формальное описание первого слоя модели дано в (2):

$$\mathfrak{R}_1 = \langle \{f_1^i\}; "<" \rangle, \quad (2)$$

где  $\{f_1^i\}$  - множество протофреймов ( $i \in \{0, 1, 2, 3\}$  - номер уровня); "<" - отношение порядка, задающее иерархию протофреймов.

Самый нижний уровень 3 первого слоя характеризует состав дисциплин базовой и вариативной частей учебных циклов и включает показатели трудоемкости освоения каждой из них. Он представлен протофреймом  $f_1^3$  (3):

$$f_1^3 = \langle V_d \rangle, \quad (3)$$

где  $V_d$  - слот, определяющий трудоемкость освоения дисциплины ООП.

Следует отметить, что состав дисциплин обеих частей учебных циклов определяет содержание подготовки выпускника и является важнейшим показателем его компетентности. Решение данной задачи выполняется в условиях неопределенности и требует привлечения экспертных знаний. В рассматриваемой модели предложен метод, позволяющий интегрировать экспертные мнения и вырабатывать единое решение по составу ООП. Аналогично определяются и трудоемкости освоения дисциплин.

Уровень 2 представляет структуру учебных циклов, включающую базовую и вариативную части, и соответствует протофрейму (4):

$$f_1^2 = \langle V_b, V_v \rangle, \quad (4)$$

где  $V_b$  - слот, определяющий фактическую трудоемкость базовой части учебного цикла,  $V_b = \sum_b V_d$ ;

$V_v$  - слот, определяющий фактическую трудоемкость вариативной части,  $V_v = \sum_v V_d$ .

Уровень 1 соответствует структуре ООП, которая по новым стандартам складывается, в общем случае, из учебных циклов и разделов. Протофрейм данного уровня -  $f_1^1$  - соответствует одному элементу принятой структуры - одному циклу или одному разделу. И учебный цикл, и раздел характеризуется рекомендуемой нормативной (слоты  $V_n^n$  и  $V_n^p$ , соответственно) и фактической трудоемкостью (слоты  $V_\phi^n$  и  $V_\phi^p$ , соответственно), причем последняя рассчитывается итеративно (5):

$$f_1^1 = \langle V_n^n, V_n^p, V_\phi^n, V_\phi^p \rangle, \quad (5)$$

где  $V_\phi^n = V_\phi + V_n$ .

Протофрейм  $f_1^0$  (6), относящийся к нулевому уровню слоя, определяет объем ООП через нормативную (слот  $V_n^{ООП}$ ) и фактическую (слот  $V_\phi^{ООП}$ ) трудоемкости освоения, причем фактическая трудоемкость первоначально не задана – она рассчитывается итеративно, по мере включения в ООП той или иной дисциплины:

$$f_1^0 = \langle V_n^{ООП}, V_\phi^{ООП}, H_6^{ООП} \rangle, \quad (6)$$

где  $V_\phi^{ООП} = \sum_n V_\phi^n + \sum_p V_\phi^p$ ;

$H_6^{ООП}$  - норматив суммарной трудоемкости базовых составляющих учебных циклов от общей трудоемкости учебных циклов в ООП.

Связь между вершинами всех уровней рассмотренного слоя семантической сети осуществляется через иерархические отношения типа «часть-целое».

Второй слой  $\mathcal{R}_2$  семантической сети представляет структуру основного образовательного процесса (ОП), продолжительность его элементов, а также значения интенсивности освоения ООП. Как правило, в состав ОП входят теоретическое обучение (ТрО), практики (П), экзаменационные сессии (ЭС), каникулы (Л) и итоговая государственная аттестация (ГАТ). Формально второй слой описан в (7):

$$\mathcal{R}_2 = \langle \{f_2^i\}; " < " \rangle, \quad (7)$$

где  $i \in \{0, 1, 2\}$  - номер уровня.

Уровень 2 (протофрейм  $f_2^2$ ) представляет структуру каждого элемента ОП и продолжительность этих составляющих элементов (8):

$$f_2^2 = \langle t_n, t_\phi \rangle, \quad (8)$$

где  $t_n, t_\phi$  - соответственно, слоты, определяющие нормативную и фактическую продолжительности составляющих элементов ОП.

Уровень 1 определяет состав процесса освоения ООП. Формальное представление данного уровня имеет двойную структуру. Протофрейм  $f_2^{1ТрО}$  (9), описывающий теоретическое обучение ТрО, содержит, в отличие от другого вида протофрейма -  $f_2^1$  (10), слоты, определяющие максимальную нормативную -  $H_n^{\max}$  и максимальную фактическую -  $H_\phi^{\max}$  недельную нагрузку обучаемого:

$$f_2^{1ТрО} = \langle T_n^{ТрО}, T_\phi^{ТрО}, H_n^{\max}, H_\phi^{\max} \rangle, \quad (9)$$

$$f_2^1 = \langle T_n, T_\phi \rangle, \quad (10)$$

где  $T_n^{ТрО}, T_n$  - слоты, определяющие нормативные продолжительности, соответственно, теоретического обучения и других видов учебной деятельности,

$T_\phi^{ТрО} = \sum_{ТрО} t_\phi, T_\phi = \sum t_\phi$  - слоты, определяющие фактические продолжительности, соответственно, теоретического обучения и других видов учебной деятельности.

Нормативные значения слотов для (9) и (10) берутся из ФГОСа, а фактические рассчитываются итеративно, по мере проектирования ООП.

Уровень 0 задает продолжительность основного образовательного процесса в неделях по норме (слот  $T_n^{ООП}$ ) и фактически (слот  $T_\phi^{ООП}$ ), причем фактическая продолжительность рассчитывается итеративно, по мере включения в ООП того или иного элемента

учебного процесса определенной продолжительности. Уровню 0 второго слоя соответствует протофрейм  $f_2^0$  (11):

$$f_2^0 = \langle T_n^{\text{ООП}}, T_\phi^{\text{ООП}} \rangle, \quad (11)$$

где  $T_\phi^{\text{ООП}} = \sum T_\phi^{\text{ТрО}} + \sum T_\phi$ .

Связь между вершинами всех уровней рассмотренного слоя семантической сети осуществляется через иерархические отношения типа «часть-целое».

Третий слой  $\mathcal{R}_3$  семантической сети соответствует разбиению ОП на семестровые циклы. Ему соответствует протофрейм (12):

$$f_3 = \langle n, N, T \rangle, \quad (12)$$

где  $n$  – номер семестра,

$N$  – нормативная трудоемкость семестра,

$T$  – продолжительность семестра в неделях.

Взаимосвязь  $r_{23} \in R$  второго и третьего слоев семантической сети определяет продолжительность каждого элемента учебного процесса в каждом семестре. Она связывает уровень 2 второго слоя (реже – уровень 1 этого слоя), когда каждый компонент элемента ОП (реже – сам элемент ОП) разлагается на составляющие, привязанные к тому или иному семестру через отношение следования во времени. Данное отношение устанавливается с учетом традиционной последовательности расположения элементов учебного процесса. Например, теоретическое обучение предшествует экзаменационной сессии, а та, в свою очередь, – каникулам или практике. Формально эта взаимосвязь представлена в (13):

$$r_{23} = \langle \tilde{f}_3, \tilde{f}_2^2, \tilde{f}_2^{1\text{ТрО}}, \tilde{f}_2^1 \rangle, \quad (13)$$

где  $\tilde{f}_3, \tilde{f}_2^2, \tilde{f}_2^{1\text{ТрО}}, \tilde{f}_2^1$  – экземпляры соответствующих протофреймов, причем в каждой

конкретной реализации модели некоторые элементы из множества  $\{\tilde{f}_2^2, \tilde{f}_2^{1\text{ТрО}}, \tilde{f}_2^1\}$  могут отсутствовать (но не все сразу).

Поскольку некоторые временные ограничения по учебному процессу прописаны в нулевом и первом уровне второго слоя семантической сети, связывание второго и третьего слоев происходит опосредованно по всем уровням второго слоя.

Наглядно пример взаимосвязи второго и третьего слоев семантической сети для специальности «Автоматизированные системы обработки информации и управления» показан в таблице 1.

Данные в таблице 1 соответствуют ООП для указанной специальности, разработанной в ФГОУ ВПО «КГТУ», а также ГОСу ВПО для направления подготовки дипломированного специалиста 654600 – Информатика и вычислительная техника, утвержденному в 2000 году.

После связывания второго и третьего слоев автоматически выполняется расчет слотов, характеризующих фактические продолжительности элементов учебного процесса, для протофреймов на всех уровнях второго слоя и анализируется соответствие результатов нормативным значениям. В случае отклонения факта от нормы информируется пользователь ИСПрОП, который меняет значения параметров освоения ООП.

Четвертый слой  $\mathcal{R}_4$  семантической сети представляет структурно-логическую схему (СЛС) учебного процесса, для формирования которой автором предложен оригинальный метод, изложенный, в частности, в [1,2]. Метод включает как формирование состава дисциплин ООП, так и упорядочение их изучения во времени в соответствии с логистическим и методическим критериями. СЛС может играть самостоятельную роль для открытых образовательных систем, в которых нет временных ограничений и отсутствует семестровая разбивка периода обучения. В то же время для традиционных систем обучения

требуется анализ СЛС на соответствие объемным параметрам, что приводит к ее переопределению в рамках принятых ограничений в модели  $\mathcal{N}$ .

Таблица 1 – Пример связывания слоев сети

Второй слой семантической сети										Третий слой семантической сети											
Уровень 0				Уровень 1						Уровень 2		семестры									
ОП	всего недель		элемент ОП	всего недель		максимальная недельная учебная нагрузка	компонент элемента ОП	всего недель		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
	по норме	фактически		по норме	фактически			по норме	фактически											по норме	фактически
ОП	260		ТрО	157		54				18	18	18	18	17	17	17	17	17			
			ЭС	≥ 22							2	3	2	3	3	3	3	3	3		
			П	≥ 14				производственно-технологическая	≥ 4							4	4				
									преддипломная	≤ 10											6
			Л	≥ 38				межсеместровые			2	9	2	9	2	6	2	6	2		
									последипломный отпуск	8											8
			Гат	≥ 16					подготовка ВКР												14
						защита ВКР															
						государственный эк-замен													2		

Формально слой  $\mathcal{R}_4$  есть нечеткий ориентированный граф вида (14):

$$\mathcal{R}_4 = \{\mu_{\mathcal{R}_4}(d_i, d_j)\}, \quad (14)$$

где  $d_i, d_j$  - дисциплины ООП, определяющие содержание обучения,

$\mu_{\mathcal{R}_4}(d_i, d_j) \in [0, 1]$  - степень принадлежности пары элементов (дисциплин)  $(d_i, d_j)$

данному слою, определяющая необходимость предшествования дисциплины  $d_i$  дисциплине  $d_j$ . Можно утверждать, что дуги графа взвешены показателем оценки следования дисциплин во времени, который определяется упомянутыми критериями. Данный показатель характеризует организацию обучения.

Четвертый слой содержит  $m$  уровней. Уровень 0 представляют дисциплины, не имеющие предшественников среди других дисциплин ООП. Последующие уровни с номерами  $1 \div m$  составляют дисциплины, которые являются последующими для дисциплин предыдущего уровня с номером, соответственно,  $0 \div (m-1)$ . Такая интерпретация данного уровня позволяет его представить как протофрейм  $f_4$  вида (15):

$$f_4 = \langle d, k \rangle, \quad (15)$$

где  $d$  – слот, определяющий название дисциплины ООП,

$k \in \{1, 2, \dots, m\}$  - слот с номером уровня слоя  $\mathcal{R}_4$ .

Связь между первым и четвертым слоями -  $r_4 \in R$  - функциональной семантической сети выполняется по всем уровням четвертого слоя через уровень 3 первого слоя (16): последний пополняется дисциплинами, включенными в ООП экспертами. Эти дисциплины распределяются между учебными циклами:

$$r_{14} = \langle \tilde{f}_1^3, \tilde{f}_4 \rangle, \quad (16)$$

где  $\tilde{f}_1^3, \tilde{f}_4$  - экземпляры соответствующих протофреймов.

С учетом СЛС и необходимости равномерного размещения дисциплин по семестрам в соответствии с их объемом автоматически выполняется распределение дисциплин по семестрам. Так осуществляется слияние связанных заранее пар (второй-третий) и (первый-четвертый) слоев семантической сети. Затем пользователем объем каждой дисциплины делится на две части – выделяется число часов на аудиторную нагрузку и самостоятельную работу студента.

С учетом продолжительности семестра, общего числа дисциплин, приходящихся на семестр, рассчитывается и анализируется максимальная фактическая недельная нагрузка. Если нормативные значения удовлетворяются, распределение дисциплин по учебному графику можно считать выполненным. Иначе осуществляется возврат на один из предыдущих шагов.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренная модель положена в основу информационной распределенной системы. Общая технология решения задачи формирования ООП носит итеративный характер. Для ее реализации использована Интранет-технология, которая позволяет привлечь к формированию ООП, помимо профессорско-преподавательского состава вуза, все заинтересованные стороны, включая работодателей, выпускников и, возможно, самих студентов. Руководителем работы по проектированию ООП является административное лицо вуза, ответственное за данное направление деятельности, например, один из проректоров или представитель учебного управления. Разработанная технология позволяет принципиально решить вопрос о периодическом обновлении ООП, поскольку создает необходимую информационную и коммуникационную среду для участников проекта. Кроме того, сохраняемые решения экспертов могут быть использованы для решения задач стратегического и тактического уровней управления вузом.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Топоркова, О.М. Концепция информационной системы проектирования образовательной программы подготовки специалиста [Текст] / О.М. Топоркова // Информационные технологии в процессе подготовки современного специалиста: Межвузовский сборник научных трудов. - Липецк: ГОУ ВПО «ЛПГУ», 2006. – вып. 9. – Т2. – С. 111 – 119.
2. Топоркова, О.М. Экспертный подход в решении задач организации учебного процесса [Текст] / О.М. Топоркова // Теоретические и прикладные вопросы современных информационных технологий: Материалы VII Всероссийской научно-технической конференции. - Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2006. – С. 203 – 208.

**Топоркова Ольга Мстиславовна**

Доцент кафедры систем управления и вычислительной техники, к.т.н., доцент  
ФГОУ ВПО «Калининградский государственный технический университет», г. Калининград  
Тел.: (401)218-144  
E-mail: o\_toporkova@mail.ru

ЧЕРНЯКОВА Т.В.

## ПОДГОТОВКА ПЕДАГОГОВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ИКТ КАК ЭЛЕМЕНТ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОСТРАНСТВА

Questions of preparation of teachers of vocational training in the sphere of informational-communication technologies is an important unit of creation of uniform educational environment of Russia. Change of the contents of methodical compatibility of the teacher of vocational training in the sphere of information science, integration with related subjects allow to synthesise practical and theoretical compatibility of the teacher of vocational training to solution of professional problems at high level.

Федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002 – 2010 годы)» следующим образом указывает и характеризует одно из направлений, требующих активной модернизации при создании единого образовательного пространства: «...широкое развитие ИКТ и их проникновение во все сферы жизни общества требует подготовки не только соответствующих специалистов в рамках профессиональных образовательных программ, но и квалифицированных пользователей. При этом необходимо прогнозировать потребности общества в специалистах на 10-15 лет вперед и способствовать организации этой работы в настоящее время. ...Основными задачами данного направления являются: создание в учреждениях высшего профессионального образования современной методической и материально-технической базы подготовки и переподготовки специалистов для сферы ИКТ» [1].

Создание единого информационного пространства на всей территории страны имеет важное стратегическое значение. Развитие информационно-коммуникационных технологий (ИКТ), внедрение их в образовательную среду создают предпосылки для преодоления экономического отставания отдельных территорий, обеспечивают гражданам и организациям, независимо от мест проживания и расположения, равную общедоступность всех отечественных и мировых открытых информационных ресурсов, возможности обучения и повышения квалификации с помощью системы дистанционного обучения, получение различных по формам образовательных услуг и иных видов дополнительно-образовательных и консультационных услуг, оказываемых высококвалифицированными специалистами.

Выпускникам по специальности 030500.06 – Профессиональное обучение (информатика, вычислительная техника и компьютерные технологии) с квалификацией – педагог профессионального обучения, предстоит принять участие в реорганизации и модернизации системы образования, формировании новых педагогических, методических идей, внедрению новых быстроразвивающихся технологий в образовательный процесс. Профессиональная подготовка будущих специалистов в сфере преподавания информатики и применения ИКТ в образовательной среде должна ориентироваться на новые направления в системе образования: появление альтернативных форм обучения, разработка новых подходов к формированию содержания образования, создание новой информационно-образовательной среды и т.д.

Несоответствие между существующим уровнем профессионально-педагогической подготовки педагога компьютерных технологий и требованиями, выдвигаемыми современным обществом к уровню применения ИКТ в профессиональных областях, заставляет пересматривать систему подготовки специалистов. В настоящее время имеется уже немало педагогических исследований, направленных на разработку отдельных аспектов или

компонентов системы подготовки педагогов профессионального образования. Однако мало исследований, системно охватывающих основные компоненты разработки содержания образования в условиях нарастающих темпов информатизации образования, создания единой образовательной среды и формирования соответствующих профессиональных компетенций. Важно на данном моменте разработать концепции «опережающей» подготовки специалистов, позволяющие не только создать базу имеющихся современных информационных и коммуникационных технологий, но и дать «вектор развития», подготовить к педагогической деятельности в условиях стремительно развивающихся программных, интеллектуальных продуктов и решений в области компьютерных технологий.

Изменение содержания подготовки педагога профессионального обучения в области ИКТ автором ведется в рамках процесса дипломного проектирования и на базе дисциплины «Методика обучения информационным технологиям», где основной акцент ставится на методических подходах по созданию «ресурсов поддержки активности изучения»: руководств по изучению, лабораторным работам, практическим работам, проведению семинаров, обзоров, руководств по проектированию, оформлений. На лабораторно-практических занятиях дисциплины «Методика обучения информационным технологиям» рассматриваются и создаются элементы технологии типовых образовательных процессов (создание учебно-методического обеспечения, исполнение учебного процесса, в том числе и в сетевых средах и др.) на базе стандартов и реализующих их технологических инструментов. В дисциплине находят отражение современные и актуальные вопросы: взаимодействия участников образовательной системы с использованием ИКТ; хранение, обработка и структурирование большого количества учебных материалов в электронных вариантах; интерактивное оценивание в процессе обучения (индивидуальное интерактивное оценивание, групповое интерактивное оценивание); исследование мнений студентов об образовательной технологической среде (исследование отзывов; проведение голосований); психолого-педагогические условия создания общения участников процесса; интенсификация процесса подготовки и создания электронных ресурсов (время, которое педагог затрачивает на подготовку к занятиям в новой образовательной среде электронного пространства, вдвое превышает время, затрачиваемое при классическом подходе) и др.

Стремительное развитие телекоммуникаций изменяет способы передачи сообщений от элементарных к более сложным. При этом существенно изменяется и тип передаваемой информации. Возможности передачи аудио- и видеoinформации и использования интерактивной графики, гипертекстовой информации – это стандарты «де-факто» на сегодняшний день. Интерактивные ресурсы могут иметь любую форму – текстовую, графическую, анимации или видеоклипов и любой тип представления знаний – декларативный, процедурный или стратегический, с возможным последующим поиском в подготовленных базах знаний и интеллектуальных информационных системах. Широкий набор инструментов, необходимых для создания технологических информационных образовательных систем, достаточно сложно рассмотреть в рамках одной рассматриваемой дисциплины, поэтому можно «разгрузить» дисциплину за счет изменения содержательного акцента в смежных дисциплинах, таких, как, «Компьютерная графика и моделирование», «Web-дизайн», «Мультимедиа», где обучение происходит на основе метода проектов (технология изучается на реальном существующем проекте – элементе электронного образовательного пространства), а также уделяется внимание методическим вопросам создания проектов. В ходе самостоятельной работы в рамках указанных дисциплин студенты не только создают проекты (например, анимированную кнопку, навигационную панель веб-страницы), но и также методику создания этого проекта в виде лабораторной работы или обобщенного алгоритма, что позволяет уже в ходе этих дисциплин обсуждать методические и педагогические подходы создания электронных ресурсов.

«В образование должны прийти подготовленные люди, подготовленная молодежь. Она должна принести за собой новые и передовые методики, подходы, вузовскую науку»

[2]. Изменение содержания дисциплин методической направленности, организация совместной работы педагогов, ведущих вышеуказанные дисциплины, позволяет синтезировать практическую и теоретическую подготовленность педагога профессионального обучения к выполнению профессиональных задач на высоком уровне, а это, безусловно, вносит свою долю в создание единого образовательного пространства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральная целевая программа «Электронная Россия (2002 – 2010 годы)» [Текст]
2. Стенограмма заседания Государственного совета «О развитии образования в Российской Федерации» от 24 марта 2006 года [Текст]

**Чернякова Татьяна Викторовна**

ст. преподаватель кафедры информационных технологий

Институт информатики (ИнИ) Российского государственного профессионально-педагогического университета (РГППУ), г. Екатеринбург

Тел.: 8-(343)-338-44-17

E-mail: chertv@yandex.ru

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ВНЕДРЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ И СТРУКТУР УПРАВЛЕНИЯ

УДК 621.396.9

АВДЕЕВ А.А., СМИРНОВ К.А.

### К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРЫ ТРАНКИНГОВЫХ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

The approach to the decision of a networks structure optimization problem for the mobile communication, based on iterative search of possible values of operated parameters is considered. The decision problem algorithm, which allows to estimate complexity of the decision is offered and to plan ways of its decrease. Dependence of values of operated parameters on dimension of initial data is shown.

Задача оптимизации структуры сетей подвижной связи (СПС) с использованием геоинформационных технологий (ГИТ) решается с целью обеспечения выполнения требований по качеству связи подвижного абонента (ПА) на заданной территории при наименьших затратах. Многомерность и сложность данной задачи обуславливают необходимость определения подходов к ее решению, позволяющих получить конструктивные результаты за приемлемое время, поиска методов оптимизации отдельных этапов расчета, а так же разработки алгоритмов оптимизированного выбора варьируемых параметров сети, обладающих различной вычислительной сложностью и эффективностью. Все это в совокупности и составляет искомый подход к оптимизации структуры СПС с использованием ГИТ.

Задача оптимизации структуры СПС с учетом дополнительных элементов формализации известных математических моделей [1] может быть сформулирована следующим образом:

**Дано:**

Фиксированные исходные данные о требованиях к связи ( $Q_{тр}$ ):

$\{X^*, Y^*\}$  – множество возможных мест размещения подвижных объектов (ПО), заданное в виде матрицы размером  $N_x \times N_y$  (для упрощения выражений будем также использовать обозначения:  $X=N_x$ ,  $Y=N_y$ ) признаков принадлежности к обслуживаемой территории  $\{Y_{xy}\}$ ,  $Y_{xy} \in \{0,1\}$  элементарных квадратных площадок площадью  $g$  и стороной  $\Delta_{xy} = \sqrt{g}$ ,

$\{\rho_{xy}\}$  – матрица значений удельной нагрузки, приходящейся на отдельные элементарные площадки;

$P_c^*$  – требуемая вероятность обеспечения вероятности ошибки не более допустимой величины  $P_{ош}^*$ ;

$P_k^*$  – требуемая вероятность предоставления каналов связи по запросу ПА в течение времени не превышающего допустимую величину  $t_{ож}^*$ ;

$K_{пок}^*$  – требуемый коэффициент покрытия, характеризующий минимальную допустимую часть  $S_{пок}^* / S_{сум}$  суммарной площади  $S_{сум}$  возможных мест размещения ПО  $\{X^*, Y^*\}$  на всех площадках которой обеспечивается электромагнитная доступность хотя бы одной базовой станции (БС) (т.е.  $P_c \geq P_c^*$ );

$K_{обс}^*$  – требуемый коэффициент обслуживания, характеризующий минимальную допустимую часть  $\rho_{обс}^* / \rho_{сум}$  суммарной нагрузки  $\rho_{сум}$ , исходящую из тех мест размещения подвижных абонентов  $\{X^*, Y^*\}$ , в которых выполняются требования к качеству связи и обслуживания  $P_c \geq P_c^*$  и  $P_k \geq P_k^*$ ;

Фиксированные исходные данные о физико-географических условиях (ФГУ) (U)

[3]:

$\{H_{r,xy}\}$  – матрица высот рельефа местности в пределах элементарных квадратных площадок, полностью охватывающая множество  $\{X^*, Y^*\}$  и являющаяся одним из слоев цифровой карты местности;

Фиксированные исходные данные о доступных ресурсах ( $V_{дон}$ ):

$\{H_{a,бс}\}$  – множество возможных высот антенн БС;

$\{G_{a,бс}\}$  – множество возможных типов и ориентации антенн БС;

$\{H_{a,по}\}$  – множество возможных высот антенн ПО;

$\{G_{a,по}\}$  – множество возможных типов и ориентации антенн БС;

$n_{к,маx}$  – максимальное количество частотных каналов БС;

$\{B_{бс}\}$  – множество возможных энергетических потенциалов БС;

$\{B_{по}\}$  – множество возможных энергетических потенциалов ПО;

$\{F\}$  – множество значений возможных рабочих частот.

$\{X_{БС}^*, Y_{БС}^*\}$  – множество возможных мест размещения БС, включающее в себя множество  $\{X^*, Y^*\}$  и превышающее его на величину площади окружающей полосы, шириной  $R_{маx}$ , соответствующей максимальной дальности прямой видимости. При этом размерность матрицы  $X_{PC} \times Y_{PC}$ , полностью охватывающей множество  $\{X_{PC}^*, Y_{PC}^*\}$ , превышает размерность  $X \times Y$  на величину  $R_{XY} = 2[R_{маx}/\Delta_{XY}]$ ;

Варьируемые параметры (расходуемые ресурсы) ( $V \in V_{дон}$ ):

$N$  – количество БС (для упрощения выражений будем использовать обозначение:  $N = n_{бс}$ ), причем  $N \in N$ , где  $N$  – множество возможных значений  $N = \{N_{мин}, \dots, N_{маx}\} \subset \{1, \dots, \infty\}$ ;

$\{x_i, y_i\} \in \{X_{БС}^*, Y_{БС}^*\}$  – координаты размещения БС;

$\{F_i\}$  – частотный план сети БС,  $F_i = \{F_{1,i}, \dots, F_{n_{к,i}}\} \in F, \forall i = 1 \dots N$ ;

$\{H_{a,бс,i}\} \in \{H_{a,бс}\}$  – высоты антенн БС;

$\{G_{a,бс,i}\} \in \{G_{a,бс}\}$  – типы и ориентация антенн БС;

$\{n_{к,i}\}$  – количество частотных каналов БС,  $n_{к,i} \leq n_{к,маx}$ ;

Контролируемые (промежуточные рассчитываемые) параметры (O):

$\{E_{m,i,xy}\}$  – матрицы (цифровые карты) медианных уровней напряженности электромагнитного поля от передатчиков различных БС;

$\{P_{m,i,xy}\}$  – матрицы (цифровые карты) медианных уровней мощности сигналов на входе мобильных станций (МС) от передатчиков различных БС;

$\{P_{i,xy}\}$  – матрицы (цифровые карты) покрытия отдельных БС;

$K_{пок}$  – коэффициент покрытия;

$\{\rho_i\}$  – нагрузка на отдельные БС;

$\{O_{i,xy}\}$  – матрицы (цифровые карты) обслуживания отдельных БС;

$K_{пок}$  – коэффициент обслуживания;

**Задача**

**Найти:**

$N_{мин}^*$  – минимальное количество БС и оптимальные значения варьируемых параметров ( $V^* \in V_{дон}$ ):

$\{x_i^*, y_i^*\}$  – координаты размещения БС;

$\{F_i^*\}$  – частотный план;

$\{H_{a,бс,i}^*\}$  – высоты антенн БС;

$\{G_{a.bc,i}^*\}$  – типы и ориентация антенн БС;  
 $\{n_{k,i}^*\}$  – количество частотных каналов БС.

при которых выполняются требования ( $Q \in Q_{mp}$ ):

$$K_{пок} \geq K_{пок}^*; \quad K_{обс} \geq K_{обс}^*;$$

Рассматриваемая оптимизационная задача [4] в общем случае может быть решена только итерационным перебором возможных значений управляемых параметров с выполнением на каждой итерации процедуры проверки выполнения заданных требований (ограничений). Обобщенный алгоритм решения данной задачи представлен на рис. 1.

Известно, что подобные итерационные алгоритмы могут потребовать очень много времени на поиск решения задачи. Поэтому целесообразно оценить сложность данного решения и наметить пути ее снижения за счет соответствующей оптимизации алгоритма поиска.

Степень сложности задачи  $O(u)$  предлагается оценивать количеством элементарных вычислительных операций  $M_L$ , необходимых для получения искомого результата. Элементарной операцией при решении задачи оптимизации структуры КСПС можно считать расчет характеристик энергетического покрытия  $P_{c,xy}$  или  $P_{сиг.i,xy}$  и удовлетворения нагрузки  $P_{k,i,xy}$  относительно одной  $i$ -й БС в пределах элементарной квадратной площадки цифровой карты местности (ЦКМ), размером  $\Delta_{xy} \times \Delta_{xy}$ , где  $\Delta_{xy} = \sqrt{g}$ .

Анализ алгоритма [2], представленного на рис. 1, показывает, что на получение искомого результата в худшем случае может потребоваться:

$$L = N_{max} - N_{min} + 1 \quad (1)$$

итераций, на каждой  $l = 1 \dots L$  из которых в худшем случае может потребоваться  $M_l$  элементарных операций, количество которых определяется количеством ретрансляторов  $N_l$  и количеством различных вариантов управляемых параметров  $M_N$ , зависящим, в свою очередь, от количества перебираемых сочетаний элементарных площадок  $M_{xy}$ , количества возможных расстановок частот  $M_F$  (включая и количество возможных сочетаний количества частотных каналов различных БС) и количества возможных сочетаний параметров антенн различных БС  $M_a$ .

Максимальное количество сочетаний элементарных площадок  $M_{xy}$  [5] в худшем случае определяется максимальным количеством сочетаний возможных мест размещения всех  $N_l$  БС в пределах множества  $\{X_{BC}^*, Y_{BC}^*\}$  и подвижных объектов в пределах множества  $\{X^*, Y^*\}$ . С учетом размера матриц, включающих указанные выше множества можно определить величину  $M_{xy}$  следующим образом:

$$M_{xy} = (X_{BC} \cdot Y_{BC})^{N_l} \cdot X \cdot Y \cdot N_l \quad (2)$$

Максимальное количество расстановок частот  $M_F$  определяется их общим количеством  $F$ , количеством БС  $N_l$  и количеством каналов частотных каналов на каждой из них  $n_{k,i} \quad i=1, \dots, N_l$ :

$$M_F = \left( \sum_{n_k=0}^{n_{k,max}} C_F^{n_k} \right)^{N_l} \quad (3)$$

Максимальное количество возможных сочетаний параметров антенн различных БС  $M_a$  определяется количеством БС  $N_l$ , количеством градаций высот антенн  $M_H$  и количеством градаций диаграмм направленности антенн (типов антенн и их ориентации)  $M_G$ :

$$M_a = (M_H \cdot M_G)^{N_l} \quad (4)$$

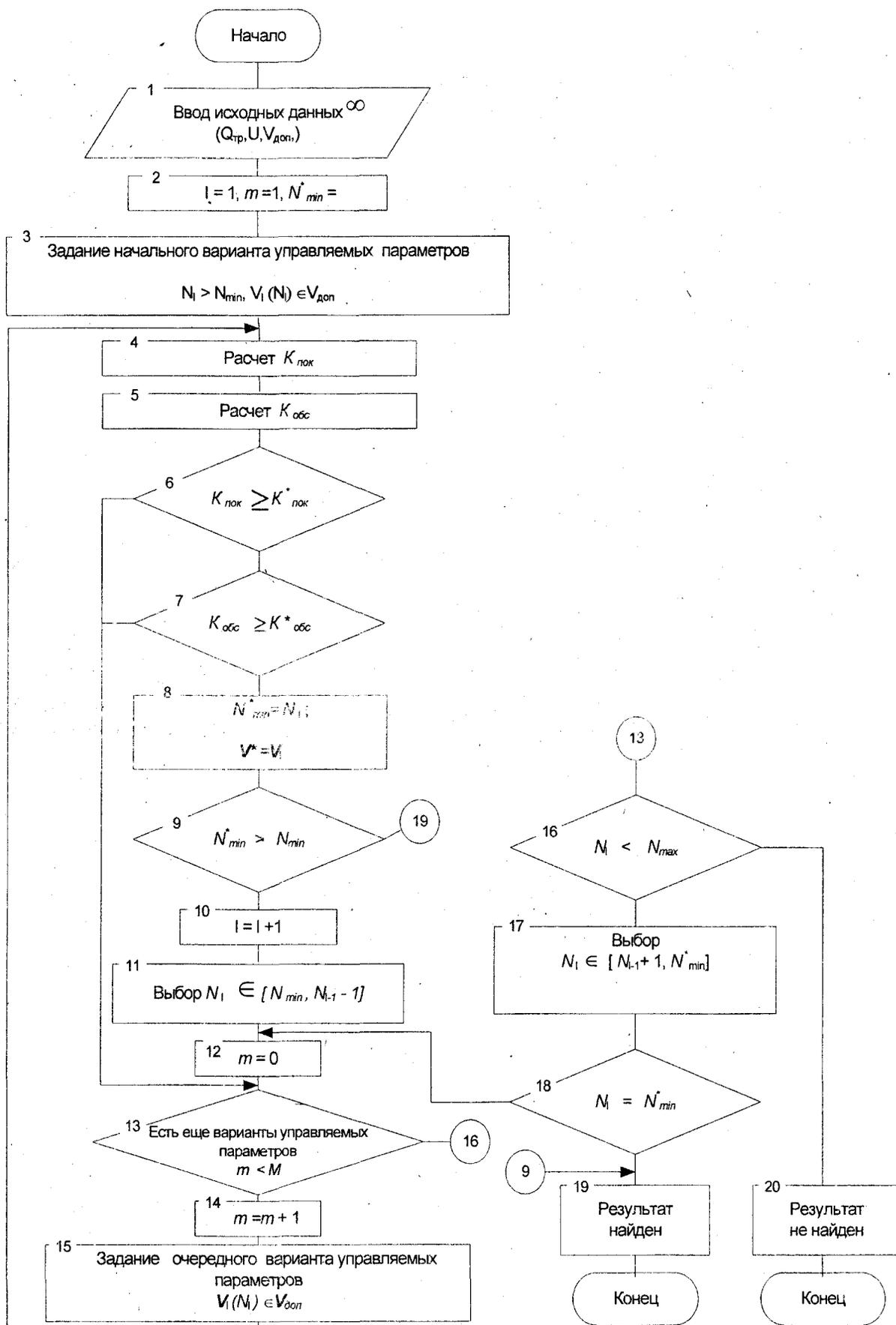


Рисунок 1 – Обобщенный алгоритм оптимизации структуры СПС

На рис.2 приведены графики зависимости показателя  $M_L$  от размерности исходных данных, из которых видно, что решаемая задача является задачей экспоненциальной сложности и что для получения конструктивных результатов необходимо использование методов снижения сложности данной задачи.

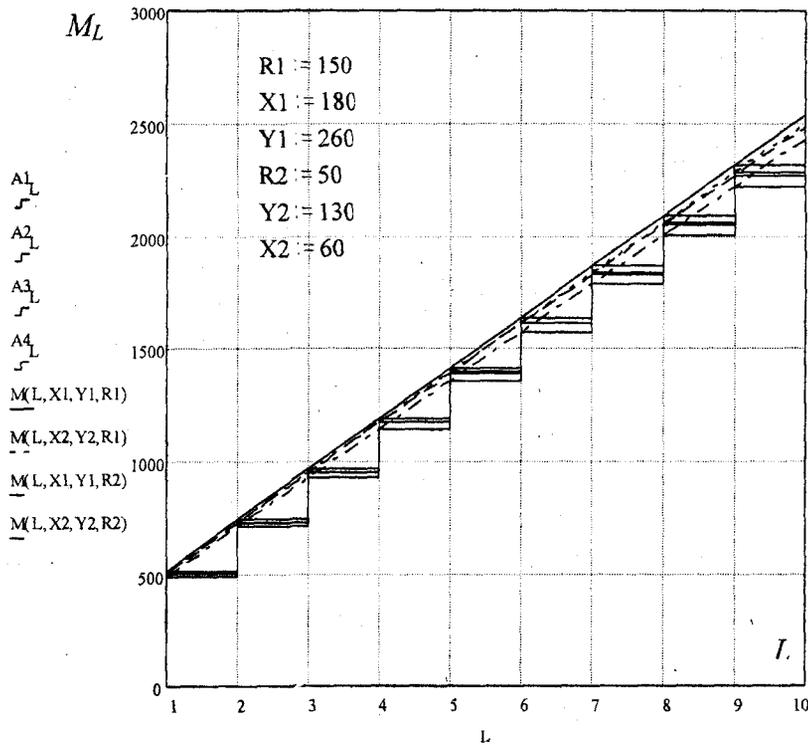


Рисунок 2 – Пример зависимостей количества элементарных вычислительных операций от количества вариантов исходных данных

### ВЫВОДЫ

Таким образом, степень сложности задачи оптимизации структуры СПС в соответствии с обобщенным алгоритмом, представленным на рис.1, можно оценить максимальным количеством элементарных вычислительных операций  $M_L$ , необходимых для получения искомого результата, следующим образом:

$$M_L = \sum_{N_l=N_{\min}}^{N_{\max}} M_{xy} M_F M_a =$$

$$= X \cdot Y \cdot \sum_{N_l=N_{\min}}^{N_{\max}} \{ (X_{BC} \cdot Y_{BC})^{N_l} \cdot N_l \cdot \left( \sum_{n_k=0}^{n_{k,\max}} C_F^{n_k} \right)^{N_l} \cdot (M_H \cdot M_G)^{N_l} \} \quad (5)$$

С учетом известного неравенства:

$$\sum_{i=1}^n a^i < a^{n+1}, \quad (6)$$

справедливого при  $a > 1$  и  $n > 1$ , можно записать верхнюю границу выражения (5) с учетом (1) следующим образом:

$$X \cdot Y \cdot \{ (X_{BC} \cdot Y_{BC})^{L+1} \cdot L \cdot \left( \sum_{n_k=0}^{n_{k,\max}} C_F^{n_k} \right)^{L+1} \cdot (M_H \cdot M_G)^{L+1} \} \quad (7)$$

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боговик, А.В. Теория управления в системах военного назначения [Текст] / А.В. Боговик, Ю.В. Бородакий, В.И. Курносов и др. // Под ред. Ю.В.Бородакия, Е.А.Карпова. – М.: Системпром, 2005. – 411 с. ДСП.
2. Зюзин, Н.А. Новые сетевые технологии в системах телекоммуникаций. [Текст] / Н.А. Зюзин, В.А. Керко, В.И. Курносов и др. // Под ред В.В.Масановца.- М.: Управление делами Президента РФ, 2005. – 661 с. Несекретно.
3. Комашинский, В.И. Зарубежные информационные системы обеспечения боевых действий [Текст] / В.И. Комашинский, В.И. Курносов, В.А. Попов - СПб.: ВУС, 1998.- 185 с. ДСП.
4. Курносов, В.И. Методологические аспекты формирования технического облика перспективных телекоммуникационных систем [Текст] / В.И. Курносов // Труды межведомственного НТС «Технология общесистемных работ в области телекоммуникаций».- СПб.: ОАО НИИ «Звезда», 2000.- С.31-37. Несекретно.
5. Курносов, В.И. Методология проектных исследований и управление качеством сложных технических систем электросвязи. [Текст] / В.И. Курносов, А.М. Лихачев - СПб.: Изд-во «ТИРЕКС», 1998.- 496с. Несекретно.

**Авдеев Александр Александрович**

Адъюнкт кафедры телекоммуникационных систем

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Тел.: +7(812)556-98-35

E-mail: 26alex81@rambler.ru

**Смирнов Константин Алексеевич**

Адъюнкт кафедры телекоммуникационных систем

Военная академия связи, г. Санкт-Петербург

Тел.: +7(812)556-98-35

E-mail: 26alex81@rambler.ru

УДК 621.369.9

АВДЕЕВ А.А., СМИРНОВ К.А.

## ПУТИ ОПТИМИЗАЦИИ АЛГОРИТМОВ СИНТЕЗА СТРУКТУРЫ ТРАНКИНГОВЫХ СЕТЕЙ ПОДВИЖНОЙ СВЯЗИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Optimization modes of decision-making algorithms are considered for planning of communication networks on the basis of geoinformation technologies. Classification of the algorithms, differing is offered by sequence of the decision of concrete applied problems. Criteria of a choice of the suitable algorithm considering multiextremeness of dependences of estimated parameters of quality of decision-making from touched parameters are shown

Мощным инструментом автоматизированных систем поддержки принятия решений при планировании сетей связи являются геоинформационные технологии (ГИТ), прошедшие в своем развитии путь от узкоспециализированных способов и методов обработки цифровой картографической информации до высокоразвитых программных средств, называемых геоинформационными системами (ГИС).

Наибольшей сложностью обладает планирование сетей подвижной радиосвязи, включающих большое число радиоэлектронных средств (РЭС). Главным итогом планирования применения РЭС является выбор их мест размещения (для подвижных РЭС - траекторий перемещения или районов размещения) и режимов работы, характеризующихся определенной совокупностью пространственно-временных и частотно-энергетических параметров. При этом основной эффект от использования ГИТ проявляется в предоставлении возможности оперативного и достоверного учета многостороннего влияния земной поверхности и местных предметов на результат распространения радиоволн как между РЭС развертываемой наземной сети радиосвязи, так и на результат их взаимодействия с РЭС внешних систем.

Однако предоставляемые возможности ГИТ можно эффективно реализовать лишь при разумном использовании циркулирующей в ГИС информации, обилие которой само по себе еще не гарантирует качество и своевременность принимаемых решений. Выбор алгоритмов более «разумного» использования цифровой картографической информации представляет собой основную проблему, решаемую при создании специализированных или настраиваемых на решение конкретных прикладных задач профессиональных ГИС. При этом целью подобной оптимизации алгоритмов поддержки принятия решений может служить приемлемый компромисс между временем и точностью расчетов [1].

Анализ последовательности решаемых задач при планировании сетей подвижной радиосвязи с использованием ГИТ позволил разделить их на три (совместно влияющих на итоговое время расчетов) вложенных уровня, отличающиеся классами используемых алгоритмов принятия решения (рис. 1).

Верхний уровень: определение состава и пределов управляемых (варьируемых) параметров (мест размещения и параметров режимов работы РЭС), состава и пределов изменения внешних факторов (мешающих РЭС и условий распространения радиоволн), цели расчетов и критериев пригодности промежуточных решений.

Средний уровень: выбор и реализация правила (последовательности) перебора варьируемых параметров и учитываемых внешних факторов.

Нижний уровень: вычисление частных показателей качества функционирования РЭС при выборе очередных перебираемых параметров.

Следует отметить, что в общем случае при расчетах на нижнем уровне также можно выделить три вложенных уровня, подобных описанным выше, что указывает на мето-

дологическую общность приведенного разложения, характерного для моделирования любых сложных иерархических систем.

Оптимизация алгоритмов выбора на верхнем уровне является наиболее сложной, поскольку затрагивает слабоформализуемые предпочтения выбора лиц принимающих решения [2]. Поэтому повышение эффективности использования ГИТ на данном уровне в основном сводится к созданию удобных диалоговых оболочек ГИС, позволяющих получить наглядную (преимущественно графическую) информацию о множествах значений исходных данных. При этом в качестве рассматриваемых исходных данных могут использоваться результаты предварительных расчетов ряда показателей качества связи при отдельных значениях перебираемых параметров с ограниченным учетом внешних факторов:

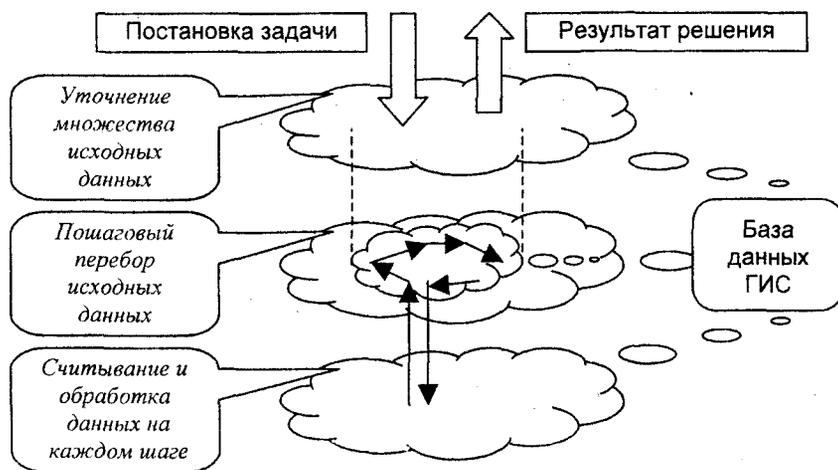


Рисунок 1 – Трехуровневая модель процесса автоматизированного планирования сетей связи с использованием ГИТ

К подобным характеристикам исходных данных можно отнести изображения зон радиодоступа, карты уровней электромагнитного поля, карты зон покрытия, зон обслуживания, границы районов размещения РЭС внешних систем и т.п., а также результаты выбора части варьируемых параметров на предшествующих циклах решения задачи.

На среднем уровне для оптимизации алгоритмов перебора варьируемых параметров в общем случае могут быть использованы известные методы математического программирования. При этом основная сложность выбора подходящего алгоритма заключается в необходимости учета преобладающей многоэкстремальности зависимостей оцениваемых показателей качества от перебираемых параметров пространственного размещения РЭС. В худшем случае приходится использовать алгоритмы [3] полного перебора. Но и в этом случае можно заметно повысить эффективность поиска за счет выбора локальных областей поиска, начальной точки, траектории перебора, условий остановки и перехода в другую область. На данном уровне принятия решения ГИТ позволяют создать удобный графический интерфейс для интерактивного управления перебором, что может иметь вид вмешательства человека в динамическое изменение условий остановки и продолжения поиска при реализации, например, метода ветвей и границ.

На нижнем уровне оптимизация алгоритмов вычисления показателей, характеризующих очередное значение варьируемых параметров, заключается в сокращении времени выборки и преобразования исходных данных в искомый результат. В простейшем случае расчет сводится к выборке из памяти ЭВМ результата, адресом которого является совокупность исходных данных. При этом оптимизация алгоритма вычисления заключается в оптимизации структуры базы данных ГИС и используемых процедур считывания. В более сложном случае, как уже упоминалось выше, расчет может разрастись в переборную

задачу, включающую опять-таки три уровня: уточнения множества влияющих на результат факторов, перебора их значений и вычисления промежуточных характеристик.

Обобщенно критерием пригодности выбранных мест размещения и режимов работы РЭС является прогнозируемая возможность выполнения требований к качеству их работы в составе отдельных радиолиний и сети связи в целом с заданными системными показателями качества и эффективности.

На верхнем уровне в результате декомпозиции обобщенных требований к сети связи на требования к местам размещения РЭС можно выделить три группы требований к последним:

1. реализуемость размещения;
2. осуществимость заданных связей;
3. устранимость мешающих связей.

Первая группа требований определяет условия физической реализуемости доставки и развертывания РЭС в анализируемой точке в заданные сроки в заданных режимах работы.

Вторая группа требований определяет условия пригодности образуемых интервалов связи в заданных режимах работы. При этом критерием пригодности является допустимость ослабления радиоволн, вызываемого рельефом местности, или допустимость надежности связи по замираниям.

Третья группа требований определяет условия отсутствия мешающих воздействий как развертываемых средств связи в заданных режимах работы на другие РЭС, так и других РЭС на развертываемые средства связи. К этой же группе требований можно отнести условия обеспечения своевременного доступа к частотным каналам базовых станций многих подвижных объектов, в определенном смысле выступающих по отношению друг другу, как мешающие факторы.

На среднем уровне сформулированные выше критерии могут использоваться для реализации интерактивного метода ветвей и границ, в соответствии с которым исключается проверка пригодности мест размещения РЭС по  $i+1$  критерию при отсутствии пригодности по  $i$ -му критерию. При этом на нижнем уровне вычисляются показатели, используемые для принятия решений о пригодности очередного участка по каждому из указанных выше критериев.

Для гарантированной оценки пригодности мест размещения РЭС целесообразно использовать энергетический критерий, основанный на граничных оценках величины ослабления радиоволн, а также на достоверно известных энергетических характеристиках взаимодействующих РЭС. Для сокращения времени анализа влияния рельефа местности на ослабление радиоволн можно использовать адаптивно-игровой подход, упорядочивающий граничные оценки на наихудший случай в зависимости от состава (объема) исходных данных, уточняемого в зависимости от выделяемого времени для расчетов. При этом при расчете ослабления на интервалах полезной связи используются нижние границы (минимальный уровень сигналов), а на интервалах мешающей связи – верхние (максимальный уровень помех).

В дополнение к отмеченному выше энергетическому критерию используется также более общий критерий качества обслуживания [4], тоже основанный на граничных оценках влияния, но не рельефа местности, а «рельефа» или, точнее, пространственного распределения нагрузки.

Вывод: в целом, проведенные исследования показали, что за счет использования предлагаемых способов оптимизации алгоритмов автоматизированного планирования сетей связи на базе геоинформационных технологий возможно снижение сроков принятия решений в несколько раз при сохранении гарантированности прогнозируемых показателей качества функционирования.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Боговик, А.В. Теория управления в системах военного назначения [Текст] / А.В. Боговик, Ю.В. Бородакий, В.И. Курносов и др. // Под ред. Ю.В.Бородакия, Е.А.Карпова. – М.: Системпром, 2005. – 411 с. ДСП.
2. Зюзин, Н.А. Новые сетевые технологии в системах телекоммуникаций. [Текст] / Н.А. Зюзин, В.А. Керко, В.И. Курносов и др. // Под ред В.В.Масановца.- М.: Управление делами Президента РФ, 2005. – 661 с. Несекретно.
3. Курносов, В.И. Методологические аспекты формирования технического облика перспективных телекоммуникационных систем [Текст] / В.И. Курносов // Труды межведомственного НТС «Технология общесистемных работ в области телекоммуникаций».- СПб.: ОАО НИИ «Звезда», 2000.- С.31-37. Несекретно.
4. Курносов, В.И. Методология проектных исследований и управление качеством сложных технических систем электросвязи. [Текст] / В.И. Курносов, А.М. Лихачев - СПб.: Изд-во «ТИРЕКС», 1998.- 496с. Несекретно.

**Авдеев Александр Александрович**

Адъюнкт кафедры телекоммуникационных систем  
Военная академия связи, г. Санкт-Петербург  
Тел.: +7(812)556-98-35  
E-mail: 26alex81@rambler.ru

**Смирнов Константин Алексеевич**

Адъюнкт кафедры телекоммуникационных систем  
Военная академия связи, г. Санкт-Петербург  
Тел.: +7(812)556-98-35  
E-mail: 26alex81@rambler.ru

УДК 621.01

АВЕРЧЕНКОВ А.В., ЛЕОНОВ Е.А., КРАВЦОВ Д.В.

## РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИАГЕНТНОЙ СТРАТЕГИИ

This article describes development of automatic system for making direct search, monitoring and analysis of distributed informations. Offered methods and algorithms for using resource of Internet's search engines. This automatic system made as multi-agent system.

В настоящее время основным источником информации, наряду с традиционными (справочники, базы данных, нормативные документы и др.), становится Интернет. Информация в Интернет по большинству направлений характерна избыточностью, повторяемостью, высокой степенью зашумленности и низкой пертинентностью. Поиск необходимой и релевантной в изучаемой области информации зачастую требует существенных временных затрат. Динамическое изменение и увеличение объемов информации требует систематизации и структурирования. В связи с этим возникает необходимость осуществления в Интернет быстрого поиска, мониторинга и анализа информационных ресурсов, для того, чтобы осуществить накопление и обработку знаний специалистами при решении ими различного рода задач.

В настоящее время поставленные задачи решаются путем применения систем информационного поиска. Анализ работы алгоритмов наиболее распространенных поисковых систем показывает, что ни на одном из этапов их работы, процесса индексирования содержимого Интернет и анализа пользовательского запроса, не производится определение тематики страницы, исходя из ее информационного наполнения. Также не производится кластеризация ее содержимого на тематические блоки и направления, либо кластеризация производится иерархически и с небольшой глубиной.

Для решения поставленных проблем требуется разрабатывать автоматизированные системы нового типа, позволяющие проводить проблемно-ориентированный поиск и анализ информации в Интернет и предоставлять пользователю документы, релевантные не только к поисковому запросу, но и к выбранному тематическому направлению. В Брянском государственном техническом университете разработана отраслевая система доступа к информационным ресурсам научного и образовательного назначения по приоритетным направлениям развития науки и техники в области искусственного интеллекта и CALS-технологий на основе мультиагентной стратегии (рис. 1). Схема отображает общую структуру агентов, групп агентов, и их взаимодействий.

**Агент поисковых запросов (группа агентов сбора информации)** предназначен для составления поисковых запросов на языке внешних поисковых систем. Входными данными являются тезаурус предметной области, поисковая схема и описание языка запросов поисковых систем.

Тезаурус предметной области – это набор терминов, специфичных для рассматриваемой области, то есть те термины, которые с высокой вероятностью могут встретиться в тексте, относящемся к указанной предметной области, и редко встречающиеся в текстах, не относящихся к рассматриваемой предметной области. В качестве предметных областей были выбраны «Искусственный интеллект» и «CALS-технологии». Эти области с помощью тезауруса разбиты на тематические блоки. Для каждого термина в тезаурусе указан тематический блок, с которым можно соотнести термин. В тезаурусе также содержится информация о сочетаемости терминов и их синонимических связях.

Поисковая схема представляет собой набор поисковых запросов, написанных на универсальном языке. Для запросов, так же, как и для терминов тезауруса, определяется тематический блок, к которому они относятся.

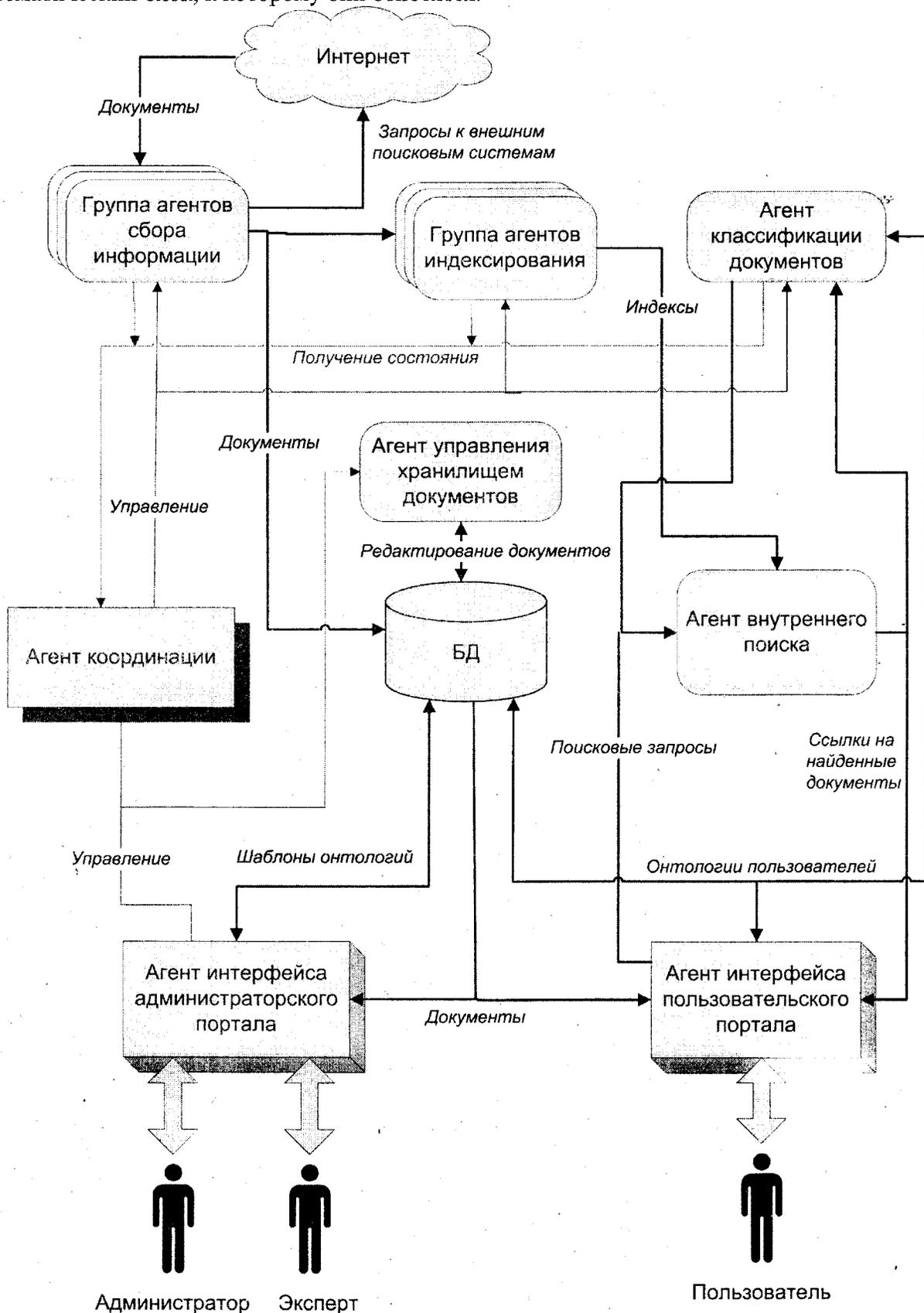


Рисунок 1 – Мультиагентная стратегия системы мониторинга и анализа информации

Запросы составляются экспертом предметной области на основе тезауруса. Каждый из запросов должен обязательно содержать ссылки только на специфические термины тезауруса, причем из того же тематического блока. Использование терминов не из тезауруса допускается только в случае, если эти термины указаны как отрицания, то есть не должны содержаться в тексте найденного документа. В случае, если необходимо использовать новый термин в поисковом запросе, эксперт предварительно обязан добавить данный термин в тезаурус и только после этого включать его в запрос. Для составления поисковых запросов разработан интерфейс в рамках администраторского портала.

Описание языка запросов поисковых систем – это набор правил, позволяющих интерпретировать запросы на универсальном языке из поисковой схемы в набор уникальных запросов к конкретным поисковым системам. Оно содержит перечисления операций, понимаемых внешней поисковой системой, с указанием следующих параметров: идентификатор соответствующей операции на универсальном языке; символ операции, применяемый во внешней поисковой системе; приоритет – выражение, состоящее из метасимволов и являющееся маской для определения синтаксической конструкции операции.

Выходными данными агента поисковых запросов является набор уникальных запросов к каждой из описанных ПС. Запросы составляются с учетом уникальных особенностей синтаксиса внешних поисковых систем.

**Агент сбора информации от внешних поисковых систем (группа агентов сбора информации)** отсылает запросы к внешним поисковым системам (google, Rambler, Aport и др.), получает страницы с результатами поиска, разбирает полученные страницы с целью выявления интернет-адресов найденных документов и дополнительной метаинформации. Характер и объем получаемой метаинформации зависит от возможностей внешней поисковой системы. Большинство из них предоставляет информацию о размере документа и дату его последнего изменения (если это возможно установить).

Входными данными агента являются набор запросов к внешним поисковым системам, описание правил разбора страниц, полученных от внешних поисковых систем, представляющее набор регулярных выражений, рекурсивно применяемых к исходному тексту, уточняющих область текста, в которой описаны найденные документы. Регулярные выражения, применяемые на последнем этапе разбора, должны выявлять метаинформацию о каждом найденном документе и ссылку на следующую страницу с результатами поиска.

Выходными данными агента является информация о найденных документах с сопровождающей их метаинформацией. В описании документа находится URL найденного документа и опционально следующая информация: заголовок документа, цитата документа, в контексте которой были найдены искомые термины, размер, дата. Также в описании документа содержится информация о параметрах поиска, при которых был найден документ.

Агент прямого поиска документов (группа агентов сбора информации) предназначен для работы с доверенными источниками.

Входными данными являются набор адресов доверенных источников, параметры поиска связанных документов, т.е. глубина рекурсивного просмотра и критерии перехода по ссылкам. Выходные данные соответствуют данным агента сбора информации от внешней поисковой системы за исключением того, что в качестве поискового выражения указывается доверенный источник, а порядковый номер характеризует глубину рекурсивного вызова.

**Агент загрузки документов в локальное хранилище данных (группа агентов сбора информации)** предназначен для создания зеркальной копии найденного документа в локальном хранилище данных. Полная копия документа необходима для последующего индексирования текста и экономии трафика локальных пользователей.

Входными данными являются URL документов, подлежащих копированию, параметры загрузки (количество совершаемых попыток, максимальное время ожидания ответа сервера, адрес, по которому будет располагаться копия документа и др.), выражения по которым документы заносятся в черный список. Выходными данными являются полные копии найденных документов. По адресу назначения создается каталог, название которого совпадает с полным доменным именем документа. Внутри каталога создается полная копия структуры каталогов и файлов, упоминаемых в адресе и самом документе. Для динамических документов (php, pl, asp) имена файлов содержат передаваемые при запросе параметры. Таким образом решается проблема многовариантного представления одного и того же динамического документа.

**Агент работы с черным списком (группа агентов сбора информации)** предназначен для осуществления взаимодействия с черным списком (ЧС) и агентами, использующими информацию из ЧС. В его функции входит отсылка адресов документов, подходящих под выражения ЧС, передача списка выражений ЧС, проверка документа на принадлежность ЧС, занесение документа в ЧС, занесение доменного имени в ЧС, операции отмены занесения в ЧС. С данным агентом взаимодействуют агенты загрузки документов в локальное хранилище данных и фильтрации не пертинентных документов.

Входными данными являются черный список и команды управления ЧС с необходимыми параметрами. Выходные данные для каждой команды различаются. В случае, если команда является запросом на выборку, то результатом являются запрашиваемые данные, если команда является управляющей операцией, то выходными данными является подтверждение успешного выполнения операции или же код ошибки.

**Агент фильтрации не пертинентных документов (группа агентов сбора информации)** имеет различные режимы работы, в зависимости от которых он выполняет действия над различными сущностями. Основным назначением данного агента является просмотр информации, содержащейся в хранилище документов, и отсев не пертинентных документов. Проверка содержимого хранилища выполняется в несколько стадий по мере поступления дополнительной информации о документе. После того как документ найден, производится проверка на совпадения адреса документа с выражениями ЧС и отсев документов в соответствии с ними. Оставшиеся адреса проверяются на доступность для загрузки. После того как создана локальная копия документа, агент фильтрации производит упрощенный анализ содержимого документа и в соответствии с разработанным набором правил делает вывод о заведомой не пертинентности документов, помещая их в ЧС. Данная проверка осуществляется для различных форматов документов на различных стадиях их обработки. Для документов, форматированных с помощью языков текстовой разметки, проверка может осуществляться сразу после загрузки документа. Для документов с более сложной структурой и форматом – только после обработки их агентом перекодирования форматов документов. Завершающим этапом работы данного агента является просмотр индексов документов, по результатам которого также делается вывод о том, что те или иные документы с высокой вероятностью не пертинентны.

Входными данными являются результаты запросов к агенту управления ЧС, информация о документах из хранилища документов, набор правил для оценки пертинентности. Выходными данными являются управляющие команды, отсылаемые агенту управления ЧС на добавления тех или иных документов в ЧС.

**Агенты перекодирования форматов документов (группа агентов индексирования)** представляют собой группу агентов, назначением которых является перекодирование конкретного исходного формата документа в специально разработанный формат на основе XML. Набор агентов этой группы может расширяться по мере широкого распространения новых форматов хранения документов в сети Интернет. Причем увеличение

количества агентов перекодирования форматов не потребует какого-либо изменения других агентов. Статистические исследования процесса работы системы показали, что основными форматами являются: HTML и его расширения, XML, документ Microsoft Word, PDF.

Входными данными являются информация о документе и его содержимое. Выходными данными является XML документ, содержащий теги, ограничивающие блоки с различными уровнями значимости. Основные типами блока являются: название документа, заголовки различных уровней, акцентированный текст, основной текст.

**Агент первичного индексирования (группа агентов индексирования)** разбирает XML интерпретацию, составленную агентами перекодирования форматов документов, на отдельные слова, собирает по ним информацию и сохраняет ее в первичном индексе документов. Первичный индекс документов содержит информацию о содержимом документов, а также статистику, собранную на основе их содержимого. Такой подход позволяет полностью отделить методику оценки качества документа, смысловой значимости элементов документа и других показателей, не однозначных с точки зрения эффективности их применения. Также разбиение индекса документов на первичный и конечный позволяет использовать различные методики формирования оценки и анализа содержания документа.

Входными данными является XML интерпретации документов. Выходными данными является первичный индекс документов, содержит позицию слова в документе, позицию слова в абзаце, позицию слова в предложении, номер абзаца и номер предложения, в которых встретилось слово, часть речи, начальная форма слова (лемма), род, число, падеж и другие граммы, тип блока (заголовок, акцентирование).

**Агенты конечного индекса (группа агентов индексирования)** осуществляют анализ первичного индекса и определяют значимость отдельных элементов (слов) документа для документа в целом. Они также агрегируют информацию, содержащуюся в первичном индексе, для ускорения дальнейшего поиска. Так как методика оценки значимости слова в документе может быть различной и эффективность того или иного метода определяется в конечном счете по эффективности поиска и адекватности вычисления релевантности на основе выводов, сделанных при построении конечного индекса, то возможны реализации ряда конкурирующих агентов данного типа с уникальными индексными базами. Входными данными является первичный индекс, а выходными – конечный индекс документов.

**Агент оценки качества документов и релевантности относительно заданной тематики (группа агентов индексирования)** осуществляет оценку качества изложения информации в документе по косвенным статистическим показателям, таким, как объем документа, частота и количество появления в тексте документа специфических терминов из предметной области, соотношение объема когнитивной и текстовой информации в документе, наличие источников информации. Также данный агент определяет релевантность документа относительно заданной предметной области исходя из анализа конечного индекса документов. На основании этих оценок каждому документу в хранилище назначается ранг, который впоследствии может использоваться для определения приоритета между документами с совпадающим или близким значением релевантности относительно поискового запроса. Входными данными являются информация в хранилище документов, первичный индекс, тезаурус предметной области, конечный индекс, набор весов для каждого из параметров. Выходными данными является оценка ранга документа.

**Агент внутреннего поиска** производит поиск документов по запросу, переданному на универсальном языке. Для найденных документов определяется релевантность относительно запроса. Также данный агент поддерживает сортировки результатов и филь-

рации в соответствии с переданными параметрами. Входными данными являются конечный индекс, поисковый запрос, параметры вывода результатов поиска. Выходными данными является список найденных документов.

**Агент интерпретации поисковых запросов** предназначен для интерпретации запроса пользователя на естественном языке во внутренний универсальный язык запросов. Входными данными является запрос пользователя на естественном языке, а выходными – поисковый запрос на универсальном внутреннем языке в формате агента поиска.

**Агент классификации документов** классифицирует документы, содержащиеся в хранилище документов по пользовательским и экспертным онтологиям. Агент ассоциирует для каждого узла онтологии набор релевантных документов. Агент классификации периодически отслеживает изменение онтологий и пополнение хранилища документов и при изменении ассоциирует их между собой.

Входными данными являются онтологии экспертов — формализованная онтология предметной области составленная экспертами, пользовательские онтологии, конечный индекс документов. Выходными данными являются связи между документами, находящимися в хранилище документов, и узлами онтологий, созданных в системе.

**Агент координации** является управляющим агентом проекта и координирует действия между другими агентами, имеющимися в системе, а также производит прямые действия по управлению над ними. В этом агенте реализованы функции запуска, приостановки, остановки модулей, а также возможность получения различной служебной информации, такой, как состояние агентов, параметры запуска и др.

Входными параметрами являются управляющие команды, исходящие от агента пользовательского интерфейса. Выходным параметром является информация об успешности или неуспешности совершения той или иной операции по управлению агентом. В случае неудачи исполнения команды – ошибка, полученная при совершении операции. Также в случае запроса на предоставление информации по текущему состоянию, динамике работы и журнала работы агент возвращает запрошенную информацию.

**Агент аналитики** собирает и агрегирует статистическую информацию о документах, находящихся в хранилище данных. Входными данными являются конечный индекс документов, метаинформация о документах, содержащихся в хранилище данных, аналитический запрос и его параметры. Выходными данными является запрашиваемая статистика. Агенты интерфейса эксперта, администратора и конечного пользователя являются связующим звеном между человеком и разрабатываемой системой и предоставляют развитый интерфейс для взаимодействия, настройки и использования.

Способ взаимодействия между агентами зависит от тех данных, над которыми работает агент, а также от назначения агента. В случае, если основными входными данными агента являются пересылаемые команды управления, то такой агент обычно используется другими агентами напрямую, либо получает данные через протокол HTTP командой GET. В случае, если необходимо передать значительное количество информации, то при передаче используется XML. Ответ таких агентов обычно также осуществляется через протокол HTTP. Большинство агентов взаимодействует через общие данные в БД, из которой выбираются входные данные и сохраняются результаты работы агента. Информация о механизме взаимодействия между агентами получается ими при регистрации в агенте координации. Также через данный агент осуществляется управление агентами и передача параметров.

Разработанная система универсальна в том смысле, что подходы, использованные в ней, не зависят от конкретной предметной области. Система может быть настроена на работу с информацией из широкого спектра различных предметных областей. В качестве информационной основы системы используется разработанная онтология основных поня-

тий предметной области, представленной в виде семантической сети. Для создания и использования онтологии выделяются понятия каждой категории с определением организации связей между ними и списка терминов, которые могут применяться пользователем, при обращении к ней.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверченков, В.И. Организационная защита информации [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.И. Аверченков, М.Ю. Рытов. - Брянск: Изд-во БГТУ, 2005. - 184 с.
2. Аверченков, В.И. САПР технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.И. Аверченков, И.А. Каштальян, А.П. Пархутик. - Минск: Вышэйш. шк., 1993. - 288 с
3. Хоффман, Л.Д. Современные методы защиты информации [Текст] / Л.Д. Хоффман; под ред. В.А. Герасименко. – М.: Сов. радио, 1980. – 264 с.

**Аверченков Андрей Владимирович**

Доцент кафедры «Компьютерные технологии и системы», к.т.н.  
ГОУ ВПО Брянский государственный технический университет, г. Брянск  
Тел.: + 7(4832)-564990  
E-mail: [mahar@mail.ru](mailto:mahar@mail.ru)

**Леонов Евгений Алексеевич**

Аспирант кафедры «Компьютерные технологии и системы»  
ГОУ ВПО Брянский государственный технический университет, г. Брянск  
Тел.: + 7(4832)-564990  
E-mail: [johnleon@tu-bryansk.ru](mailto:johnleon@tu-bryansk.ru)

**Кравцов Дмитрий Викторович**

Аспирант кафедры «Компьютерные технологии и системы»  
ГОУ ВПО Брянский государственный технический университет, г. Брянск  
Тел.: + 7(4832)-564990  
E-mail: [dkravtsov@tu-bryansk.ru](mailto:dkravtsov@tu-bryansk.ru)

УДК 519.8:004.056

АВЕРЧЕНКОВ В.И., РЫТОВ М.Ю., РУДАНОВСКИЙ М.В.

## РАЗРАБОТКА САПР КОМПЛЕКСНЫХ СИСТЕМ ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

In the article the problems of integrated security systems design automation by means of creation of a specialized object-oriented CAD are viewed.

Широкое использование в процессе информатизации общества современных методов и средств обработки информации создало не только объективные предпосылки повышения эффективности всех видов деятельности личности, общества и государства, но и ряд проблем защиты информации, обеспечивающей требуемое ее качество. Сложность решения этой проблемы обусловлена необходимостью создания целостной системы комплексной защиты информации, базирующейся на стройной её организации и регулярном управлении.

Рассматривая концептуальную модель процесса защиты информации [1], становится очевидным, что защита информации – динамический процесс. Чем совершеннее современные способы несанкционированного доступа и более реальны источники угроз, тем более актуальным ставится проблема создания необходимого рубежа защиты информации. В то же время, чем грамотнее выбраны и реализованы направления и способы защиты, тем дальше отходят угрозы от защищаемой информации. Рубеж защиты «плавает» во времени в зависимости от тех или иных вышеназванных факторов.

Таким образом, проектировать (разрабатывать заново или в большинстве случаев, как показывает практика, модифицировать существующую) комплексную систему защиты информации (КСЗИ) следует для конкретного момента времени, объективно оценивая положение рубежа защиты. В целях обеспечения соответствия КСЗИ современному уровню обеспечения безопасности и для снижения трудоемкости, обеспечения качества проектных решений, а главное, сокращения сроков её проектирования, целесообразно применять специализированные системы автоматизированного проектирования (САПР). В настоящее время задача автоматизации проектирования КСЗИ сводится к обработке экспертных данных с выдачей решений общего рекомендательного характера.

Как показывает практика, системы автоматизированного проектирования и принятия решения в сфере информационной безопасности достаточно новые. Широко известны и применяются лишь системы, позволяющие автоматизировать аудит информационной безопасности, такие, как «Кондор», «Авангард» или «Гриф».

Комплексная система защиты информации - это система, в которой действуют в единой совокупности правовые, организационные, технические, программно-аппаратные и другие нормы, методы, способы и средства, обеспечивающие защиту информации от всех потенциально возможных и выявленных угроз и каналов утечки. Элементы КСЗИ, в свою очередь, в общем виде состоят из средств, устройств и способов защиты информации, а также методов их использования.

Понятие защиты информации в настоящее время ассоциируется, как правило, с проблемами обеспечения информационной безопасности в информационных системах. Информационные системы способствуют значительному повышению эффективности и скорости информационных процессов, однако при этом резко возрастают угрозы конфиденциальности, доступности, целостности информации (а также некоторые другие типы угроз). Эти угрозы могут вызывать значительные неблагоприятные последствия для государства, общества, бизнеса и отдельных граждан.

Информационные системы, для которых следует проектировать КСЗИ, можно классифицировать по виду используемой информации на два типа – системы, в которых

циркулирует государственная тайна и конфиденциальная тайна. Организация защиты государственной тайны жестко регламентирована Законом РФ «О государственной тайне» и другими документами, утвержденными в соответствии с этим законом, защитой секретной информации занимаются ФСБ, ФСО и ряд других спецслужб; острой необходимости в разработке специализированных САПР комплексных систем защиты секретной информации нет. В то же время задача автоматизации проектирования КСЗИ информационных систем для обработки информации конфиденциального характера является актуальной. Методы, подходы и средства, применяемые для разработки КСЗИ подобных систем, нормативно-правовыми документами четко не определяются, и у разработчиков есть возможность выбора тех или иных методов и средств защиты конфиденциальной информации.

На основе анализа накопленного опыта по исследованию и практической разработке автоматизированных систем проектирования сложных технических машиностроительных объектов, специализированных объектно-ориентированных САПР, САПР технологических процессов [2] была предложена концепция построения специализированной САПР КСЗИ.

При создании САПР КСЗИ была реализована следующая структурно-функциональная схема, представленная на рис. 1.

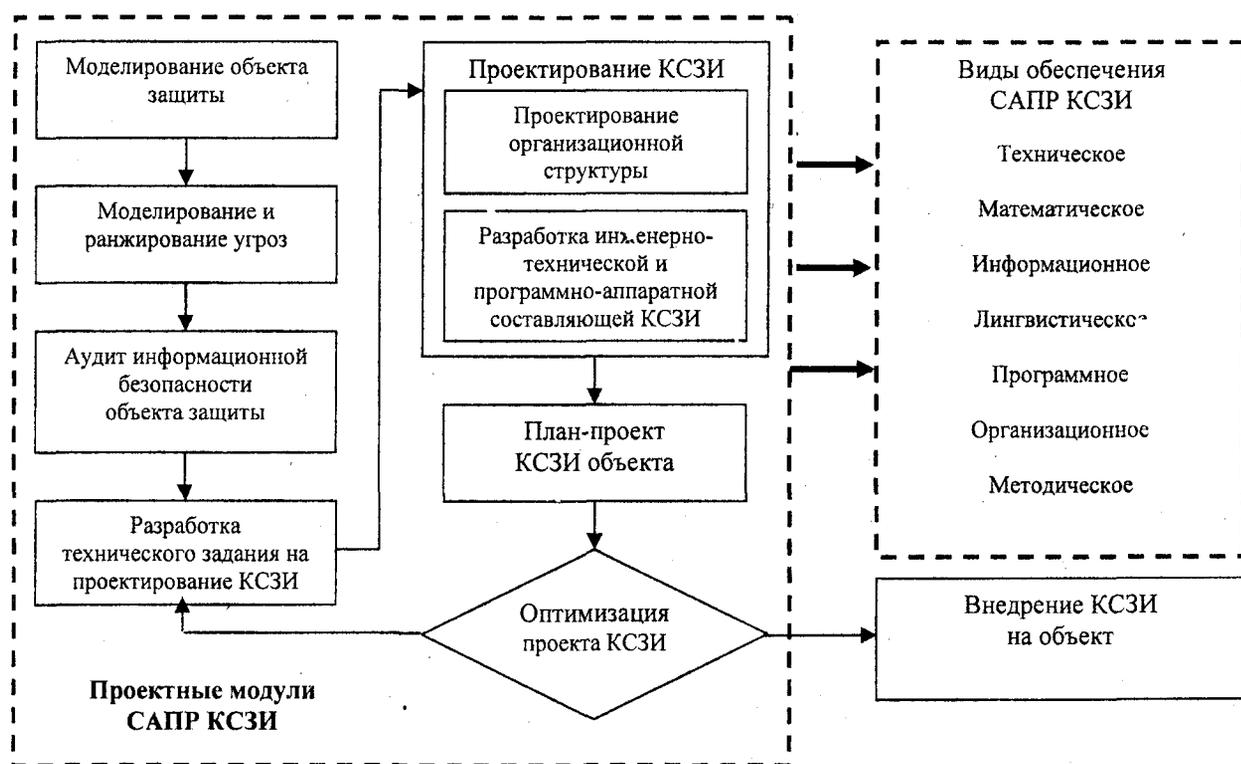


Рисунок 1 – Структурно-функциональная модель САПР КСЗИ

На начальных этапах проектирования происходит получение модели объекта защиты, в основу которой положено структурирование элементов информационной системы, определение характеристик процесса проектирования, определяется категория информационной системы и виды обрабатываемой информации, возможные людские, материальные и финансовые ограничения КСЗИ, технические характеристики объектов). Далее выполняется моделирование возможных угроз информации в информационной системе и ранжирование их.

На следующем этапе осуществляется аудит информационной безопасности информационной системы на основе требований международных стандартов по информационной безопасности и нормативных документов Российской Федерации. В ходе проведения

аудита проводится анализ используемой в защищаемой системе информации, определяются её виды, степень конфиденциальности, ценность, актуальность и важность и выявляются все виды угроз, которым может быть подвергнута защищаемая информационная система, и все возможные каналы утечки информации.

Для построения математической модели выбора средств защиты информации информационной системы была использована модель с полным перекрытием Клементса - Хофмана [3]. Данная модель позволяет оценить защищенность информационной системы, рассчитать затраты на построение системы защиты, а также определить оптимальный вариант построения системы информационной безопасности.

Так, например, при проектировании инженерно-технической составляющей КСЗИ в зависимости от угроз, которым подвержен объект, используется программный комплекс, позволяющий выбирать средства контроля и управления доступом, технические средства охраны, определять параметры системы телевизионного наблюдения, средства пожаротушения, разрабатывать организационно-технические документы.

Результатом работы САПР КСЗИ является разработка документированного организационно-технического проекта КСЗИ информационной системы, определяющего комплексное использование правовых, организационных, инженерно-технических, программно-аппаратных и криптографических методов, средств и способов защиты информации, обрабатываемой в информационной системе.

В составе САПР КСЗИ разработаны семь видов обеспечения, адаптированных к рассматриваемой области проектирования с учетом её специфики.

Разработанная методология автоматизации проектирования КСЗИ может быть использована при проектировании КСЗИ информационных систем для промышленных предприятий, государственных учреждений и коммерческих организаций, а также при оценке эффективности и модернизации существующих на объектах систем защиты информации.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Аверченков, В.И. Организационная защита информации [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.И. Аверченков, М.Ю. Рытов. - Брянск: Изд-во БГТУ, 2005. - 184 с.
2. Аверченков, В.И. САПР технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов [Текст]: учеб. пособие для вузов / В.И. Аверченков, И.А. Каштальян, А.П. Пархутик. - Минск: Вышэйш. шк., 1993. - 288 с.
3. Хоффман, Л.Д. Современные методы защиты информации [Текст] / Л.Д. Хоффман; под ред. В.А. Герасименко. - М.: Сов. радио, 1980. - 264 с.

### **Аверченков Владимир Иванович**

Заведующий кафедрой «Компьютерные технологии и системы», профессор, д.т.н.

Брянский государственный технический университет, г. Брянск

Тел.: +7(4632)56-49-90

E-mail: [aver@tu-bryansk.ru](mailto:aver@tu-bryansk.ru)

### **Рытов Михаил Юрьевич**

Доцент кафедры «Компьютерные технологии и системы», к.т.н.

Брянский государственный технический университет, г. Брянск

Тел.: +7(4632)56-49-90

E-mail: [rmy@tu-bryansk.ru](mailto:rmy@tu-bryansk.ru)

### **Рудановский Максим Владимирович**

Аспирант кафедры «Компьютерные технологии и системы»

Брянский государственный технический университет, г. Брянск

Тел.: +7(4632)56-49-90

E-mail: [rmv@tu-bryansk.ru](mailto:rmv@tu-bryansk.ru)

БАТЕНКОВ А.А., БАТЕНКОВ К.А.

## О ФОРМИРОВАНИИ СИГНАЛЬНЫХ СОЗВЕЗДИЙ ДЛЯ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

The main present methods forming Euclidean codes utilized at telecommunication system design are analyzed. The claim about many-dimensional signal ensembles synthesis opportunity for discrete channel with additive white Gaussian noise on the basis of optimization problem with differentiable criterion function and constraint is proved. Development opportunity of algorithm forming signal constellations on basis of given claim is displayed.

Состояние современного общества характеризуется стремительным ростом поглощаемой информации. В связи с этим интенсивно внедряются и используются разнообразные телекоммуникационные системы. В общем случае на их помехоустойчивость влияют как вид передаваемых сигналов, так и их способ приема [7]. Однако оптимальный прием обеспечивает реализацию потенциальной помехоустойчивости. Поэтому одним из основных этапов оптимизации телекоммуникационной системы выступает выбор наилучшего ансамбля сигналов.

При одном и том же способе приема различные сигнальные созвездия (евклидовы коды) обеспечивают различную помехоустойчивость, что объясняется особенностями расположения границ областей, окружающих каждую из их точек [5]. В случае модели дискретного канала связи с аддитивным белым гауссовским шумом задача оптимизации сводится к нахождению такого расположения сигнальных точек, при котором области сигналов имеют наибольшую величину, наиболее близки одна к другой по размерам и приближаются по форме к окружностям. При этом решение сводится к известной в многомерной геометрии задаче плотнейшей укладки одинаковых шаров в заданном объеме. Такое расположение обеспечивает одинаковую вероятность ошибки для любого сигнала (области сигналов одинаковы) и минимальную среднюю энергию сигналов (области наиболее плотно упакованы).

Существуют несколько способов формирования ансамблей сигналов для данной модели канала связи. Их можно условно разделить на две группы: 1) способы на основе известных плотнейших упаковок; 2) способы на основе численных методов оптимизации.

Первая из этих групп опирается на достаточно разработанную теорию решеток [2]. При таком подходе сигналы отбираются из бесконечного числа точек многомерного решетчатого пространства по заданному правилу. Подобные алгоритмы отличаются значительной степенью эвристичности вследствие неоптимальности процедур выбора точек в целом, а также фиксированности структуры решетки. Тем не менее, на отдельных этапах формирования множества сигналов (добавление одной из точек) поиск может быть оптимальным, но только в рамках заданной решетки [11]. Необходимо отметить, что для данных конструкций получены асимптотические границы эффективности кодирования [13], а также, благодаря регулярности их структуры, разработаны довольно простые алгоритмы декодирования [1, 6, 10].

Вторая группа используется в предположении произвольного расположения точек созвездия. Их основой является формулировка оптимизационных задач по заданным критериям, например, критерий максимума минимума квадрата расстояния Евклида [13], критерий максимума минимума среднего расстояния по Кульбаку [12] и др. При этом решения таких оптимизационных задач в общем случае существуют только для ограниченного класса сигналов, например, при заданном числе измерений пространства сигналов [2].

Поэтому поиск сигнальных созвездий сводится к преобразованию целевого функционала к дифференцируемому виду путем аппроксимации целевой функции [14], либо преобразованию максиминной задачи к задаче на максимум или минимум [8, 12]. Особенностью получаемых решений является их локальная оптимальность и, как следствие, зависимость от начальных условий.

Именно поэтому проблема формирования оптимальных созвездий остается актуальной и требующей разработки новых алгоритмов оптимального расположения точек сигнального созвездия, отличных от рассмотренных выше.

В данной работе доказывается утверждение о возможности перехода от решения минимаксной задачи о плотнейшей укладке одинаковых шаров в заданном объеме к задаче формирования сигнальных созвездий на основе нелинейного функционала с ограничением. Данное утверждение является основой для синтеза алгоритма, позволяющего конструировать евклидовы коды, причем его вычислительная сложность оказывается значительно меньшей, чем в случае решения минимаксной задачи.

**Утверждение.** Задача на поиск экстремумов функционала:

$$R_K = \frac{\sum_{k=1}^{N_i} \exp \left\{ -\frac{[\mathbf{T}_k - \mathbf{T}_i]^T [\mathbf{T}_k - \mathbf{T}_i]}{\sigma^2} \right\}}{\sum_{j=1}^{N_i} \exp \left\{ -\frac{[\mathbf{T}_k - \mathbf{T}_j]^T [\mathbf{T}_k - \mathbf{T}_j]}{2\sigma^2} \right\}}, \quad (1)$$

где  $N_i$  – количество точек сигнального созвездия;  $^T$  – оператор транспонирования;  $\mathbf{T}_j$ ,  $j=1, N_i$  – координаты  $j$ -й точки сигнального ансамбля;  $\sigma^2$  – дисперсия аддитивного гауссовского шума; при ограничении

$$\sum_{i=1}^{N_i} \mathbf{T}_i^T \cdot \mathbf{T}_i \leq E_T, \quad (2)$$

где  $E_T$  – максимально допустимая величина средней мощности ансамбля сигналов; эквивалентна по решению задаче о плотнейшей укладке шаров в многомерном пространстве. Характер экстремумов определяется величиной отношения квадрата минимального евклидова расстояния между точками к дисперсии гауссовского шума. При этом минимумы соответствуют плотнейшей укладке при выполнении неравенства:

$$\frac{d_{\min}}{\sigma^2} < 2 \ln(\sqrt{2} + 1), \quad (3)$$

а максимумы при:

$$\frac{d_{\min}}{\sigma^2} > 2 \ln(\sqrt{N_i} + 1). \quad (4)$$

*Доказательство.* Задача о плотнейшей упаковке шаров в многомерном пространстве трактуется как поиск такого расположения точек в многомерном пространстве, при котором максимизируется квадрат минимального расстояния между ними при заданной максимально возможной сумме квадратов расстояний до центра координат [2]:

$$d_{\min} = \min_{i,j} \left\{ (\mathbf{T}_i - \mathbf{T}_j)^T (\mathbf{T}_i - \mathbf{T}_j) \right\} \rightarrow \max_{\mathbf{T}_i}, \quad i \neq j = 1, \overline{N_i}, \quad (5)$$

$$\sum_{i=1}^{N_i} \mathbf{T}_i^T \cdot \mathbf{T}_i \leq E_T. \quad (6)$$

Таким образом, для доказательства эквивалентности этих двух задач по решению при одинаковых ограничениях необходимо найти области, где производные функционалов (1) и (5) по направлению аргументов функционала (5), т.е. по

$$d_{i,j} = (\mathbf{T}_i - \mathbf{T}_j)^T (\mathbf{T}_i - \mathbf{T}_j), \quad i \neq j = \overline{1, N_i}, \quad (7)$$

имеют определенный знак [4]. Это свидетельствует о том, что решения задач (1) и (5) эквивалентны, т.к. нули производных этих функционалов будут в этом случае совпадать [3].

Производная функционала (5) по переменным  $d_{i,j}$  представляет собой вектор  $\frac{d(d_{\min})}{d\mathbf{D}}$  длиной  $\frac{1}{2}N_i(N_i - 1)$ , элементы которого определяются выражением:

$$\frac{d(d_{\min})}{d(d_{i,j})} = \begin{cases} 1, & d_{i,j} = d_{\min} \\ 0, & d_{i,j} > d_{\min} \end{cases}, \quad i \neq j = \overline{1, N_i}. \quad (8)$$

Причем ненулевые элементы соответствуют парам точек с минимальным расстоянием между ними, а их номера составляют множество  $P_N$ . Наличие ограничения (6) сокращает область определения  $d_{\min}$ , но не влияет на величину производной функционала.

Используя (7), первая производная функционала (1) приобретает вид:

$$\frac{d(R_K)}{d(d_{i,j})} = \frac{1}{\sigma^2} \frac{\frac{1}{2} \exp\left\{-\frac{d_{i,j}}{2\sigma^2}\right\} \sum_{k=1}^{N_i} \exp\left\{-\frac{d_{i,k}}{\sigma^2}\right\} - \exp\left\{-\frac{d_{i,j}}{\sigma^2}\right\} \sum_{k=1}^{N_i} \exp\left\{-\frac{d_{i,k}}{2\sigma^2}\right\}}{\left(\sum_{k=1}^{N_i} \exp\left\{-\frac{d_{i,k}}{2\sigma^2}\right\}\right)^2}. \quad (9)$$

Производная функционала (1) по направлению производной функционала (5) имеет вид [4]:

$$\frac{d(R_K)}{d\left[\frac{d(d_{\min})}{d\mathbf{D}}\right]} = \left[\frac{d(d_{\min})}{d\mathbf{D}}\right]^T \frac{d(R_K)}{d\mathbf{D}}. \quad (10)$$

Обозначив экспоненту как:

$$E_{i,j}^{(v)} = \exp\left\{-\frac{d_{i,j}}{2\sigma^2}\right\}, \quad (11)$$

на основе выражений для производных (8) и (9) равенство (10) преобразуется в форму:

$$\frac{d(R_K)}{d\left[\frac{d(d_{\min})}{d\mathbf{D}}\right]} = \frac{1}{\sigma^2} \sum_{i,j \in P_N} \frac{\frac{1}{2} E_{i,j}^{(v)} \sum_{k=1}^{N_i} (E_{i,k}^{(v)})^2 - (E_{i,j}^{(v)})^2 \sum_{k=1}^{N_i} E_{i,k}^{(v)}}{\left(\sum_{k=1}^{N_i} E_{i,k}^{(v)}\right)^2}, \quad (12)$$

где суммирование производится по всем парам точек, расстояние между которыми минимально, т.е. по множеству  $P_N$ .

Далее найдем области постоянного знака производной по направлению (12). Дисперсия шума и знаменатель (12) всегда положительны. Кроме того, если все выражения внутри суммы имеют одинаковый знак, то и сама сумма имеет тот же знак. Следовательно, определив области, где знаки всех числителей внутри суммы одинаковы, можно отыскать и области постоянства знака производной по направлению в зависимости от величин дисперсии шума и квадрата минимального расстояния. Числитель внутри суммы имеет вид:

$$R'_K = \frac{1}{2} E_{i,j}^{(v)} \sum_{k=1}^{N_i} (E_{i,k}^{(v)})^2 - (E_{i,j}^{(v)})^2 \sum_{k=1}^{N_i} E_{i,k}^{(v)}. \quad (13)$$

Вынос в каждой из сумм (13) экспонент с индексами  $i$  и  $j$  за знак суммы, группировка слагаемых, а также обозначение экспоненты, соответствующей минимальному расстоянию как  $E_{\max}^{(v)} = \exp\left\{-\frac{d_{\min}}{2\sigma^2}\right\}$  преобразует (13) к форме:

$$R'_K = -\frac{1}{2} E_{\max}^{(v)} \left[ (E_{\max}^{(v)})^2 + 2(E_{\max}^{(v)}) \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_i} E_{i,k}^{(v)} - \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_i} (E_{i,k}^{(v)})^2 \right]. \quad (14)$$

Данное выражение представляет собой полином третьей степени относительно переменной  $E_{\max}^{(v)}$ , соответствующей минимальному расстоянию. Приравнивание к нулю и решение полученного уравнения даст следующие корни:

$$E_{\max 1}^{(v)} = 0; \quad E_{\max 2,3}^{(v)} = -\sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_i} E_{i,k}^{(v)} \pm \sqrt{\left( \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_i} E_{i,k}^{(v)} \right)^2 + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_i} (E_{i,k}^{(v)})^2}. \quad (15)$$

Поскольку область определения переменной  $E_{\max}^{(v)} \in [0; 1]$ ,  $i, j = \overline{1, N_i}$  согласно (11), то третий корень (15) можно отбросить, т.к. он всегда меньше нуля. Оставшиеся два корня определяют точки пересечения через нуль производной по направлению (12). Так как знак при наибольшей третьей степени полинома (14) отрицателен, то чередование знака начинается с минуса в бесконечности [3]. Таким образом, производная больше нуля, если  $E_{\max}^{(v)} \in [0; E_{\max 2}^{(v)})$ , и меньше – при  $E_{\max}^{(v)} \in (E_{\max 2}^{(v)}; 1]$ . Однако найти величину второго корня довольно проблематично при большом количестве точек. Поэтому оценим верхнюю и нижнюю границы величины второго корня при произвольном распределении точек. Производные второго корня (15) по входящим в суммы экспонентам имеют вид:

$$\frac{d(E_{\max 2}^{(v)})}{dE_{p,n}^{(v)}} = -1 + \frac{1}{2} \left[ \left( \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_i} E_{i,k}^{(v)} \right)^2 + \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_i} (E_{i,k}^{(v)})^2 \right]^{\frac{1}{2}} \left[ 2 \left( \sum_{\substack{k=1 \\ k \neq j}}^{N_i} E_{i,k}^{(v)} \right) + 2E_{p,n}^{(v)} \right], \quad p \neq n = \overline{1, N_i}. \quad (16)$$

Выражение в первой из квадратных скобок (16) идентично подкоренному выражению (15). Для нахождения экстремумов приравняем (16) к нулю и выразим из (16) подкоренное выражение. Тогда его подстановка во второй корень (15) и сокращение подобных членов приводит к равенству:  $E_{\max 2}^{(v)} = E_{p,n}^{(v)}$ .

Таким образом, второй корень (15) содержит единственный экстремум, причем находящийся на границе допустимой области, т.к.  $E_{\max}^{(v)}$  соответствует максимально допустимому значению для всех  $E_{p,n}^{(v)}$ , т.е.  $E_{p,n}^{(v)} \in [0; E_{\max}^{(v)}]$ . Величину этого экстремума можно найти, учитывая равенство всех расстояний между точками. Причем, поскольку при любых других величинах  $E_{p,n}^{(v)}$  функция (14) имеет большее значение, то экстремум является минимумом. Тогда, предполагая, что  $E_{i,j}^{(v)} = 1$ ,  $i = \overline{1, N_i}$ , (14) преобразуется к равенству:

$$R'_K = -\frac{1}{2} E_{\max}^{(v)} \left[ (E_{\max}^{(v)})^2 + 2E_{\max}^{(v)} \{ (N_i - 2)E_{\max}^{(v)} + 1 \} - \{ (N_i - 2)(E_{\max}^{(v)})^2 + 1 \}^2 \right]. \quad (17)$$

Группировка слагаемых при различных степенях экспонент и решение полученного полиномиального уравнения дает минимальное значение второго корня:

$$\min(E_{\max 2}^{(v)}) = \frac{\sqrt{N_i} - 1}{N_i + 1}. \quad (18)$$

Максимальное значение  $E_{\max}^{(v)}$  находится также на границе допустимой области для производной по направлению (12). Исследование граничных точек [3] показывает, что максимальная величина  $E_{\max}^{(v)}$  достигается при равенстве нулю всех экспонент (11), за исключением случая  $i = j$ . Тогда на основании (15):

$$\max(E_{\max_2}^{(v)}) = -1 + \sqrt{2}. \quad (19)$$

Таким образом, на основании (18) и (19) в случае произвольного распределения точек сигнального созвездия производная по направлению (12) имеет положительный знак на интервале  $E_{\max}^{(v)} \in \left[0; \frac{\sqrt{N_i} - 1}{N_i + 1}\right)$  и отрицательный –  $E_{\max}^{(v)} \in (-1 + \sqrt{2}; 1]$ . Причем длина второго интервала не зависит от параметров исходной задачи, а первого определяется только числом точек ансамбля сигналов.

На основании (11) длины интервалов постоянного знака производной по направлению (14) можно выразить через отношение квадрата минимального расстояния к дисперсии гауссовского шума. Таким образом, производная по направлению отрицательна при  $\frac{d_{\min}}{\sigma^2} \in (0; 2 \ln[\sqrt{2} + 1])$  и положительна при  $\frac{d_{\min}}{\sigma^2} \in (2 \ln[\sqrt{N_i} + 1]; \infty)$ . Следовательно, функционалы (1) и (5) на втором интервале имеют идентичные максимумы, а на первом – максимуму функционала (5) соответствует максимум функционала (1). Значит, решению задачи о плотнейшей укладке соответствует поиск максимумов на втором интервале и минимумов на первом.

Таким образом, утверждение доказано.

Задача (1), (2) относится к классу задач нелинейного программирования с нелинейной целевой функцией и нелинейным ограничением [9]. Решение данной задачи в общем виде получить затруднительно, так как числитель и знаменатель (1) имеют аддитивные экспоненциальные зависимости. Поэтому рационально использовать численные градиентные методы оптимизации вследствие непрерывности как целевого функционала, так и ограничения.

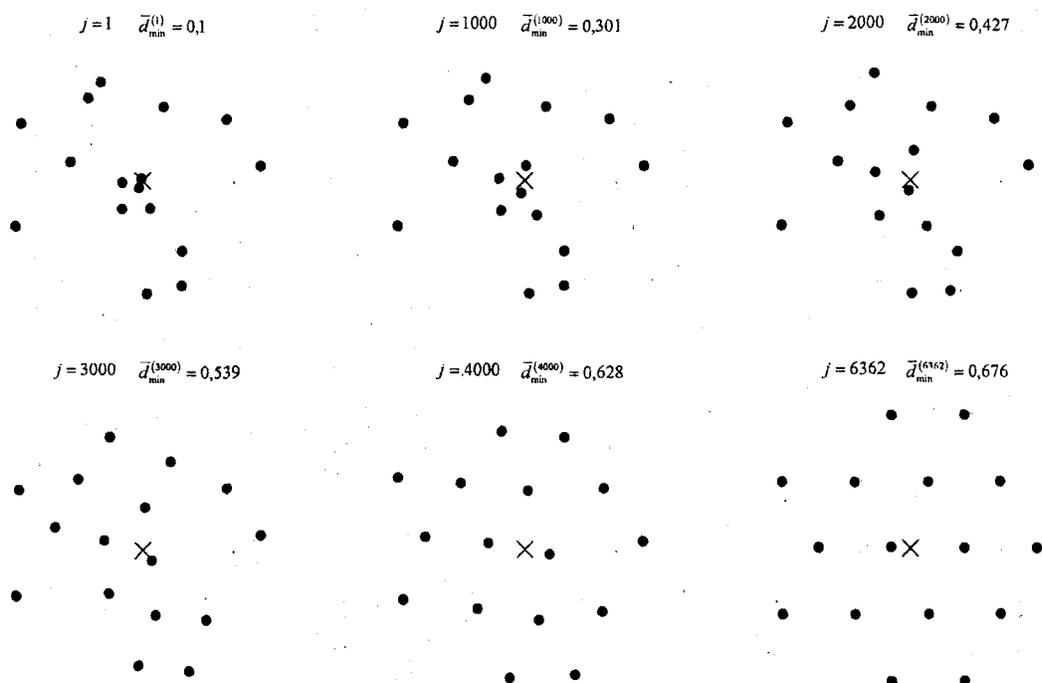


Рисунок 1 – Расположение точек сигнального созвездия на  $j$ -ой итерации

В качестве примера был использован алгоритм, разработанный на основе метода градиентного спуска (подъема) в сочетании с методом штрафных функций [8], при следующих исходных данных: размерность ансамбля сигналов –  $N_b = 2$ , число точек ансамбля –  $N_r = 16$ , максимально допустимая средняя мощность сигналов –  $E_T = 16$ . На рисунке 1 представлено расположение точек сигнального созвездия на нескольких шагах итерационного процесса, а также нормированные минимальные расстояния

$$\bar{d}_{\min} = \sqrt{\frac{d_{\min} N_b}{\sum_{i=1}^{N_r} T_i^T \cdot T_i}}$$

Таким образом, в работе сформулировано и доказано утверждение, указывающее на эквивалентность решений задач о плотнейшей упаковке шаров в многомерном пространстве и поиска экстремумов полученного функционала с ограничением на среднюю мощность сигналов. Кроме того, для примера приведены результаты формирования двумерного сигнального созвездия.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Зяблов, В.В. Высокоскоростная передача сообщений в реальных каналах [Текст] / В.В. Зяблов, Д.Л. Коробков, С.Л. Портной. – М.: Радио и связь, 1991. – 288 с.
2. Конвей, Дж. Упаковки шаров, решетки и группы [Текст]: [пер. с англ.] / Дж. Конвей, Н. Слоэн. – В 2-х т. Т.1. – М.: Мир, 1990. – 704 с.
3. Корн, Г., Корн К. Справочник по математике для научных работников и инженеров [Текст] / Г. Корн, К. Корн. – М.: 1970. – 720 с.
4. Курант, Р. Курс дифференциального и интегрального исчисления [Текст]: В 2-ч т. Курант, Р. – М.: Наука, 1970.
5. Зюко, А.Г. Помехоустойчивость и эффективность систем передачи информации [Текст] / А.Г. Зюко [и др.]; под. ред. А.Г. Зюко. – М.: Радио и связь, 1985. – 272 с.
6. Сляяр, Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение [Текст]: [пер. с англ.] / Б. Сляяр. – Изд. 2-е испр. – М.: Вильямс, 2003. – 1104 с.
7. Теория электрической связи [Текст]: учебник для ВУЗов / Под ред. Д.Д. Кловского – М.: Радио и связь, 1999. – 432 с.
8. Федоров, В.В. Численные методы максимина [Текст] / В.В. Федоров. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1979. – 280 с.
9. Химмельблау, Д. Прикладное нелинейное программирование [Текст]: [пер. с англ.] / Д. Химмельблау; под ред. М.Л. Быховского. – М.: Мир, 1975. – 534 с.
10. Calderbank, A.R. The art of signaling: fifty years of coding theory [Text] / A.R. Calderbank // IEEE Trans. Inform. Theory. - vol. 44, № 6, 1998. - P. 2261 – 2595.
11. Forney, G.D. Jr. Coset codes – part I [Text]: introduction and geometrical classification / G.D. Forney // IEEE Trans. Inform. Theory. - vol. 34, № 5, 1973. - P. 1123 – 1151.
12. Gokenbach, M.S. Optimal signal sets for non-Gaussian detectors [Text] / Gokenbach, M.S., Kearsley A.J. // Contribution of the National Institute of Standards and Technology.
13. Honig, M.L., Steiglitz K., Norman S.A. Optimization of signal sets for partial-response channels – part I [Text]: numerical techniques // IEEE Trans. Inform. Theory. - vol. 37, № 5, 1991. - P. 1327 – 1341.

**Батенков Александр Александрович**

Профессор кафедры прикладной информатики, профессор, д.т.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел. +7(4862)42-18-88  
E-mail: [cyrrys@rambler.ru](mailto:cyrrys@rambler.ru)

**Батенков Кирилл Александрович**

Адъюнкт научно-исследовательского отдела  
Академия Федеральной службы охраны России, г. Орел  
Тел. +7(4862)43-06-26  
E-mail: [cyrrys@rambler.ru](mailto:cyrrys@rambler.ru)

УДК 681.324

БАТЕНКОВ А.А., КОВАЛЬСКИЙ С.П.

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ НЕРАВНОМЕРНОГО КОДИРОВАНИЯ С УЧЕТОМ ДВОИЧНОГО СИММЕТРИЧНОГО КАНАЛА СВЯЗИ

In article the mathematical model of system of run-length coding in view of a binary channel is presented. It consists of the description of a source of messages and the channel of supervision. The source is presented in the form of the direct and indirect description of dynamic stochastic system. It generates values in the form of a multivariate code. The channel of supervision represents three matrixes providing transition from a multivariate code in a binary code and on the contrary. The results received in article are initial data for the filter of a run-length code. It will allow to reduce effect of duplication of mistakes at decoding the deformed compressed messages.

При создании информационно-телекоммуникационных систем предполагается наиболее эффективное использование пропускной способности каналов связи. Одним из путей решения этой задачи является использование алгоритмов сжатия сообщений. Однако в условиях передачи больших объемов данных, даже в случае высокой помехоустойчивости канала связи, возникает проблема восстановления сжатых сообщений. Она обусловливается потерей синхронизации неравномерных кодов, что приводит к эффекту размножения ошибок в сжатых сообщениях при их декодировании.

Ввиду того, что неравномерный код можно представить как дерево кодирования с конечным числом узлов, то случайную последовательность при неравномерном кодировании можно описать с помощью марковской цепи с конечным числом состояний.

Получим косвенное описание источника сообщений, т.е. матрицу переходных вероятностей для заданного дерева кодирования.

Зная отдельные локальные статистические характеристики марковской цепи (вероятность перехода из корневой вершины неравномерного дерева в конечную вершину, то есть вероятность появления буквы алфавита источника), получаем переходные вероятности на одном шаге. Затем на основе этих вероятностей строим матрицу переходных вероятностей для любого ребра неравномерного дерева.

С помощью двух систем уравнений, мультипликативной и линейной, можно описать переходные вероятности для любого неравномерного дерева.

Мультипликативное уравнение – сумма переходных вероятностей всех ребер дерева, от корневой вершины до конечной, равна вероятности появления конечной вершины, то есть вероятности выпадения буквы источника сообщений.

Линейное уравнение показывает, что сумма переходных вероятностей двух вершин, вышедших из одной вершины, равна единице.

Запишем данные уравнения в аналитическом виде:

$$p(k/l) = \prod_{j \in \{G\}} p(k/j) \cdot p(j/j-1), \quad (1)$$

где  $\{G\}$  – путь по дереву кодирования из  $l$ -й вершины в корневую вершину;  
 $k$  – корневая вершина дерева кодирования.

$$\sum_{j \in \{R\}} p(j/i) = 1; i = \overline{1, N}, \quad (2)$$

где  $\{R\}$  – пара вершин, вышедших с  $i$ -ой вершины.

Вводя новую переменную  $x_{ij} = \log p_{ij}$ , получаем из мультипликативной системы (1) уравнений линейную с решением в виде:

$$x_{ij} = x_{ij}^0 + [B]\bar{C}, \quad (3)$$

где  $x_{ij}^0$  – частное решение неоднородной преобразованной системы [1];

$[B]$  – общее решение однородной преобразованной системы [1];

$\bar{C}$  – вектор свободных переменных.

При ограничении  $x_{ij} \leq 0$ .

Теперь рассмотрим систему линейных уравнений (2). Ее решение:

$$p_{ij} = p_{ij}^0 + [D]\bar{F}, \quad (4)$$

где  $p_{ij}^0$  – частное решение неоднородной системы [1];

$[D]$  – общее решение однородной системы [1];

$\bar{F}$  – вектор свободных переменных.

При ограничении  $0 \leq p_{ij} \leq 1$ .

Данные системы уравнений решаются методами линейной алгебры. Для каждой системы уравнений получаем множество решений. Переходные вероятности в данном случае находим, как пересечение множеств решений для двух систем уравнений. С помощью потенцирования выражения (3) получаем:

$$p_{ij} = e^{x_{ij}^0 + [B]\bar{C}}. \quad (5)$$

Множество пересечений находим, как неподвижные точки следующего уравнения:

$$e^{x_{ij}^0 + [B]\bar{C}} = p_{ij}^0 + [D]\bar{F}. \quad (6)$$

Задавая  $\bar{C}$ , удовлетворяющее ограничению  $0 \leq p_{ij} \leq 1$ , находим неизвестное значение  $\bar{F}$ , где  $i, j$  – номера соседних вершин дерева кодирования. Если  $i$  и  $j$  не соседние вершины, то  $p_{ij} = 0$ .

Из полученных переходных вероятностей  $p_{ij}$  формируем матрицу  $P$  размерностью  $N \times N$ , где  $N$  – число вершин дерева кодирования неравномерного кода:

$$P = \left\| p_{ij} \right\|^{N \times N}. \quad (7)$$

При этом выполняются условия:

$$p_{ij} \geq 0, \quad \sum_{j=1}^N p_{ij} = 1, \quad \forall i = \overline{1, N}. \quad (8)$$

Теперь с помощью матрицы смежности  $S$  размерностью  $N \times N$ , где  $N$  – число вершин дерева кодирования неравномерного кода, получим матрицу переходных вероятностей  $\pi$  для неравномерного дерева.

$$\pi = P \otimes S, \quad (9)$$

где  $\otimes$  – прямое произведение матриц.

Таким образом, матрица переходных вероятностей  $\pi$  показывает, с какой вероятностью будет осуществляться переход из одной вершины дерева в другую.

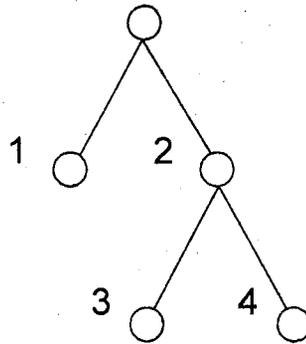


Рисунок 1 – Дерево кодирования неравномерного кода

Например, для распределения вероятностей появления букв алфавита источника сообщений  $p=(0,5; 0,3; 0,2)$  и дерева кодирования, представленного на рисунке 1, матрица переходных вероятностей имеет следующий вид:

$$\pi = \begin{bmatrix} 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.6 & 0.4 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \\ 0.5 & 0.5 & 0 & 0 \end{bmatrix} \quad (10)$$

В силу дискретности дерева, даже для оптимального неравномерного кода, из матрицы  $\pi$  видно, что переходные вероятности для двух вершин, исходящих из одного узла, не равны.

Исходя из этого, можно сделать вывод, что даже при оптимальном построении неравномерного кода присутствует остаточная избыточность, которую можно использовать для восстановления сжатых сообщений, искаженных в результате передачи по каналу связи на основе фильтрации двоичной последовательности.

Таким образом, матрица переходных вероятностей косвенно описывает источник при неравномерном кодировании и является исходными данными для решения задачи фильтрации.

На основе косвенного описания источника сообщений, которым является матрица переходных вероятностей, получим прямое описание [2], которое в дальнейшем будем использовать для моделирования процесса фильтрации неравномерного кода.

Пусть задана динамическая стохастическая система с состояниями  $z_i = i$ ,  $i = 1, 2, \dots, N$  и входной сигнал, представляющий стационарную последовательность с независимыми значениями. Входной дискретный сигнал характеризуется значениями  $x_j = 0$  или  $1$ ,  $j = 1, 2, \dots, L$  и соответствующими этим значениям вероятностями  $p(x_j = 1)$ .  $L$  – размерность вектора управления,  $L > N$ .

С целью снижения вычислительной сложности прямого описания будем минимизировать энтропию вектора управления:

$$\sum_{i=1}^L p_i \cdot \log(p_i) \rightarrow \min_{p_i}, i = \overline{1, L}, \quad (11)$$

где  $p_i = p(x_i = 1)$ .

При ограничениях:

$$\sum_{i=1}^L p_i \cdot [y]_i = \pi, \quad (12)$$

где  $[y]_i$  – матрица детерминированных переходов при управлении  $x_i = 1$ .

$$\sum_{i=1}^L p_i = 1. \quad (13)$$

Тогда, решая задачу (11), (12-13), матрица переходных вероятностей для дерева кодирования, представленного на рисунке 1, может быть декомпозирована в виде:

$$\pi = 0,5 \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} + 0,4 \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} + 0,1 \cdot \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} + 0 \cdot \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Примем соглашение, что нумерация вершин, образующих  $N$ -ичную систему кодирования, производится слева направо и сверху вниз по дереву кодирования. В двоичный симметричный канал связи передается "0", если кодируется нечетная вершина, и "1" – четная вершина.

Для формализации математического описания модели введем переменные:  $\bar{z}(k)$  – вектор размерности  $N$ , такой что  $\bar{z}(k)_i = 1$ , если система находится в  $i$ -ом состоянии,  $i = \overline{1, N}$  и  $\bar{z}(k)_j = 0$  при  $j \neq i$ .  $k$  – номер шага дискретизации времени. Тогда уравнение состояния [3] системы неравномерного кодирования запишем в виде:

$$\bar{z}(k) = x_i \cdot [y]_i \cdot \bar{z}(k-1), \text{ при } i\text{-ом управлении, } i = \overline{1, L} \quad (14)$$

Будем рассматривать источник сообщений на уровне  $N$ -ичного канала связи. С этой целью в уравнение наблюдения включим уравнение перехода от  $N$ -ичного в двоичный канал и обратно. Этот переход можно характеризовать матрицей  $MN2$  размера  $2 \times N$ . Для рассматриваемого примера:

$$MN2 = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Двоичный симметричный канал связи опишем с помощью матрицы переходных вероятностей  $MK$  размера  $2 \times 2$ .

$$MK = \begin{cases} (1 - p_{ош}), \text{ при } i = j \\ p_{ош}, \text{ при } i \neq j \end{cases}$$

Обратный переход от двоичного к  $N$ -ичному каналу описывается с помощью матрицы  $M2N$  размера  $N \times 2$ . Для рассматриваемого примера:

$$M2N = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Следовательно, уравнения наблюдения на уровнях  $N$ -ичного входа канала и  $N$ -ичного выхода записываются как:

$$\begin{aligned} \bar{z}2(k) &= MN2 \cdot \bar{z}(k) \\ \bar{z}'2(k) &= MK \cdot \bar{z}2(k) \\ \bar{z}3(k) &= M2N \cdot \bar{z}'2(k) \end{aligned} \quad (15)$$

На основе уравнения состояния (14) и уравнений наблюдения (15) построим модель структуры неравномерного кодирования с учетом двоичного симметричного канала связи, показанную на рисунке 2.

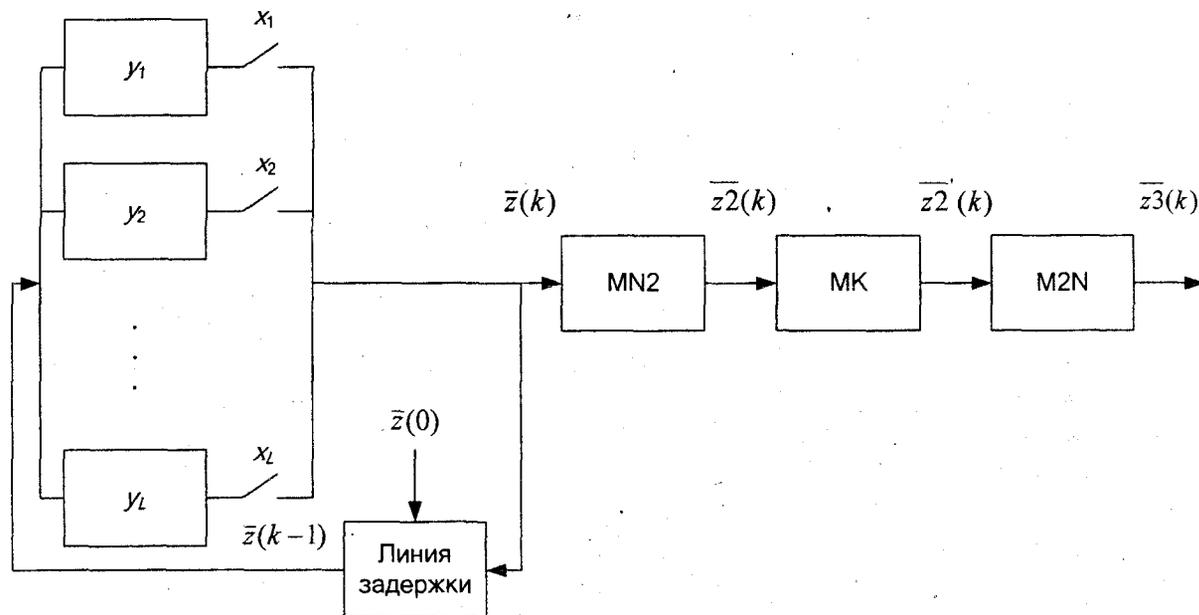


Рисунок 2 – Модель структуры неравномерного кодирования с учетом двоичного симметричного канала связи

Таким образом, разработана математическая модель, представленная в виде уравнения состояния (14) и уравнения наблюдения (15) и построена модель структуры неравномерного кодирования с учетом двоичного симметричного канала связи. Эта модель в дальнейшем будет использоваться для разработки фильтра неравномерного кода с целью уменьшения эффекта размножения (трека) ошибок при декодировании искаженных сжатых сообщений.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Ильин, В.А. Линейная алгебра [Текст]: учеб. для вузов / В.А. Ильин, Э.Г. Поляк. – 4-е изд. – М.: Наука. Физматлит, 1999. – 296 с.
2. Левин, Б.Р. Вероятностные модели и методы в системах связи и управления [Текст] / Б. Р. Левин, В. Шварц. – М.: Радио и связь, 1985. – 312 с.: ил.
3. Тихонов, В.И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем [Текст]: учеб. пособие для вузов / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. – М.: Радио и связь, 1991. – 608 с.: ил.

**Батенков Александр Александрович**  
 Профессор кафедры прикладной математики и информатики, д.т.н.  
 Орловский государственный технический университет, г. Орел  
 Тел.: +7(4862)42-18-88

**Ковальский Сергей Петрович**  
 Преподаватель кафедры систем многоканальной электросвязи  
 Академия ФСО России, г. Орел  
 Тел.: +7(4862)41-99-12  
 E-mail: [kserg@orel.ru](mailto:kserg@orel.ru)

УДК 621.395.34

БЕЛИКОВ Ю.Н., ЛЫСАНОВ И.Ю.

## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМ СО СЛОЖНОЙ СТРУКТУРОЙ

Now the tendency of introduction in telecommunication systems of new information technologies that allows to provide information exchange at high enough qualitative level in view of conformity to the requirements showed to processes of information exchange is watched. Thus the special place is borrowed with questions of management with telecommunication systems, their mode of operations, standby, operational life, quality, technical condition. Therefore there is a necessity of consideration of questions a management efficiency that demands necessity of use of new adequate methods and the procedures, allowing to receive the aprioristic information on reliability design stage and managements of parameters reliability at a stage operation.

В настоящее время наблюдается тенденция внедрения в телекоммуникационные системы (ТКС) средств с цифровой обработкой сигналов и новых информационных технологий, что позволяет обеспечивать обмен информацией на достаточно высоком качественном уровне с учетом соответствия требованиям, предъявляемым к процессам обмена информацией.

Наряду с этим особое место занимают вопросы управления ТКС, их режимами работы, резервом, ресурсом, качеством, техническим состоянием. В связи с этим возникает объективная необходимость рассмотрения вопросов эффективности управления, что требует необходимости использования адекватных методов и методик, позволяющих получить априорную информацию о надежности на стадии проектирования и управления показателями надежности на стадии эксплуатации.

На стадии разработки изделия используется методика расчета надежности согласно ГОСТ 27.301-95 (Надежность в технике. Расчет надежности. Основные положения.), основанная на ориентировочном и уточненном расчетах, обладающая рядом недостатков:

1. Модель надежности исследуемой системы представляется моделью с последовательно-параллельным соединением и не учитывает влияния изменения показателей надежности элементов друг на друга. Исследовать степень влияния изменения показателей надежности элементов на показатель надежности всей системы не представляется возможным.

2. Модели такого типа недостаточно адекватно отображают реальные процессы и особенности функционирования объекта и дают лишь приближенную оценку.

Данные недостатки исключаются при использовании логико-стохастических методов и моделей и позволяют:

1. Разработать модель надежности объекта с помощью теории графов, что обеспечивает достаточно высокую степень адекватности исследуемых процессов и структур.

2. Объективно получить показатели надежности системы с учетом взаимного влияния ее элементов.

3. Получить количественную оценку показателей надежности элементов по критериям важности: "веса", "значимости" и "вклада".

"Вес" элемента  $g_{x_i}$  характеризует не только местоположение данного элемента  $x_i$  в структуре системы  $y(x_1, \dots, x_n)$ , но и характеризует относительное число таких критических работоспособных состояний системы, в которых отказ данного элемента приводит к отказу системы (и, наоборот, его восстановление приводит к восстановлению системы), среди всех состояний системы с  $x_i = 1$ .

"Значимость" элемента  $\xi_{x_i}$  характеризует не только местоположение данного элемента  $x_i$  в структуре системы  $y(x_1, \dots, x_n)$ , но и зависимость от вероятностей безотказной работы всех других элементов системы (кроме самого  $i$ -го элемента).

"Вклад" элемента  $V_{x_i}$  характеризует местоположение элемента  $x_i$  в структуре системы  $y(x_1, \dots, x_n)$ , условия ее функционирования и связь с вероятностью безотказной работы всех  $n$  элементов этой системы, включая  $i$ -й элемент и приращение надежности системы после восстановления элемента  $x_i$  из неработоспособного состояния в работоспособное с фактической вероятностью его безотказной работы, равной  $R_i$ .

В связи с этим использование методики, основанной на логико-вероятностных методах, позволит решить ряд задач по оптимальному распределению ресурса, определять мероприятия по технической эксплуатации, формировать управляющие воздействия оперативно-технического управления системой.

## ЭТАПЫ МЕТОДИКИ

### Этап 1. Разработка графа структурно-сложной системы.

Рассматривается функциональная схема системы, состоящей из  $Z$  элементов, состояние элементов системы описывается вероятностью безотказной работы  $R_z$ ,  $z = 1, \dots, Z$ .

В связи с тем, что рассматривается процесс изменения состояния элементов системы, для исследования разрабатывается модель системы в виде направленного графа с  $i$  узлами (где  $a + b = i$ ,  $i = 1, \dots, I$ ,  $a$  и  $b$  дуальные узлы графа), отражающими события, и дугами, отражающими вероятностные процессы изменения, переходов состояния элементов в системе, описываемые переменной  $x_i$ , при этом физический смысл переменной не теряется.

#### Исходные данные:

1. Число элементов одного типа  $N_v$ .
2. Количество типов элементов сети  $v = 1, \dots, V$ .
3. Номера дуальных узлов  $a = 1, \dots, A$ ,  $b = 1, \dots, B$ , где  $a + b = i$  – общее количество узлов графа.
4. Вероятность безотказной работы  $i$ -го элемента системы  $R_i = P_i(t)$  рассчитывается как  $P_i(t) = e^{-\lambda_i t}$ , где  $\lambda_i$  – интенсивность отказа элемента,  $T$  – время работы элемента (системы) и в модели рассматривается как логическая переменная  $x_i$ .
5. Логическая функция описания системы  $y(x_1, \dots, x_n)$  (функция алгебры логики – ФАЛ), по критерию вероятности связности хотя бы по одному работоспособному пути представляется в виде:

$$y(x_1, \dots, x_n) = \bigcup_{m=1}^M K_m = \bigcup_{m=1}^M \left[ \bigcap_{i \in D_{K_m}} x_i \right].$$

где:  $K_m = \bigcap_{i \in D_{K_m}} x_i$  – кратчайший путь успешного функционирования системы;  $m = 1, \dots, M$  – номер пути успешного функционирования системы;  $D_{K_m}$  – множество переменных  $x_i$  входящих в  $m$ -й путь.

#### Допущения:

Логическая переменная  $x_i$ , может принимать значения:

$$x_i = \begin{cases} 1 - \text{если } i\text{-й элемент работоспособен (абсолютно надежен)} P_i(t) = 1, \text{ при } T \rightarrow \infty \\ 0 - \text{если } i\text{-й элемент не работоспособен (абсолютно ненадежен)} P_i(t) = 0, \text{ при } T \rightarrow \infty \end{cases}$$

Функция  $y(x_1, \dots, x_n)$  может принимать значения:

$$y(x_1, \dots, x_n) = \begin{cases} 1 - \text{если система работоспособна} \\ 0 - \text{если система неработоспособна} \end{cases}$$

При замене показателя качества на логическую бинарную переменную на начальной стадии исследования и наоборот: на конечной стадии не теряется физический смысл исследуемого процесса. В этом заключается одно из основных достоинств используемого метода в методике.

Показатели структуры:

Структура системы, представленная графом, аналитически описывается матрицей переходов  $|C_{ab}|$  и представляет собой квадратную матрицу, каждый элемент матрицы определяет степень связности  $a$  и  $b$  элементов и может принимать только три фиксированных значения:

$$|C_{ab}| = \begin{cases} x_i - \text{если } a\text{-я вершина графа логически связана с } b\text{-й} \\ 0 - \text{если вершины не связаны между собой} \\ 1 - \text{если } a = b \end{cases}$$

Элементы матрицы  $|C_{ab}|$  соответствуют весу дуги, совокупность последовательных дуг определяют путь, а число дуг в пути составляет длину пути. Дуги нумеруются, каждому номеру соответствует логическая переменная  $x_i$ , вес дуги, совокупность переменных  $x_1, x_2, \dots, x_n$  составляет путь длиной  $n$  и определяется, как  $K_m = \bigcap_{i \in D_{K_m}} x_i$ .

Показатели качества:

Показатель надежности двухполюсной сети  $P_c(t) = R_c = P_{ab} = P(S_l)$ , где  $P_{ab}$  – вероятность связности  $a$ -го и  $b$ -го узлов графа,  $l = (1, \dots, L)$  конечное число кратчайших путей связности  $a$ -го и  $b$ -го узлов графа, для критерия вероятности связности хотя бы по одному работоспособному пути:

$$P \left\{ y(x_1, \dots, x_n) = \bigcup_{m=1}^M K_m = \bigcup_{l=1}^S Q_l = \bigcup_{m=1}^M \left[ \bigcap_{i \in D_{K_m}} x_i \right] = 1 \right\},$$

где  $Q_l$  – ортогональные члены функции,  $S$  – число ортогональных членов.

Определяется

$$R_c = \sum_{l=1}^L P\{S_l = 1\},$$

тогда вероятность безотказной работы системы:

$$R_c^* = 1 - \prod_{l=1}^L (1 - P(S_l)).$$

Ограничения:

Выполнение условий монотонности структур.

**Этап 2. Построение функции работоспособности системы в дизъюнктивно нормальной форме.**

Построение ФРС осуществляется путем возведения матрицы  $|C_{ab}|$  в степень до  $n-1$  (в зависимости от задачи исследования мощности пути, где  $n$  – максимальное число элементов в структуре), по всем правилам и законам алгебры логики.

В результате получаем  $y(x_1, \dots, x_n) = \bigcup_{m=1}^M K_m = \bigcup_{m=1}^M \left[ \bigcap_{i \in D_{K_m}} x_i \right]$ , т. е. совокупность путей, длина которых равна  $K_m = \bigcap_{i \in D_{K_m}} x_i$ ,  $K_m \in \{2, \dots, n-1\}$ .

### Этап 3. Преобразование ФРС в дизъюнктивно нормальной форме к вероятностной функции в ортогональной дизъюнктивно нормальной форме.

1. Преобразовывается ФРС (ДНФ)  $y(x_1, \dots, x_n)$  к ее вероятностной функции в ортогональной ДНФ (ОДНФ).

2. Производится нумерация членов ОДНФ  $K_m$  от 1 до  $M$ , причем членам низшего ранга присваиваем низшие номера.

3. Определяется ОДНФ функции  $y(x_1, \dots, x_n)$ , используя эквивалентное преобразование в ортогональном виде:

$$а. \quad y^*(x_1, \dots, x_n) = \bigcup_{m=1}^M K_m = K_1 \vee \bar{K}_1 K_2 \vee \bar{K}_1 \bar{K}_2 K_3 \vee \dots \vee \bar{K}_1 \bar{K}_2 \dots \bar{K}_{m-1} K_m;$$

$$б. \quad \bar{K}_m = x_1 \vee x_1 \bar{x}_2 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3 \vee \dots \vee x_1 x_2 \dots x_{m-1} \bar{x}_m;$$

в. последовательно выполняя операцию по  $m$ , заменяя логические переменные на значения вероятностей, используя выражение  $P\{y(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1\}$ , определяется:

$$P\{y(x_1, x_2, \dots, x_n) = 1\} = R_C = \sum_{i=1}^S P\{Q_i = 1\},$$

где  $Q_i$  – ортогональные члены функции  $y(x_1, \dots, x_n) = \bigcup_{m=1}^M K_m = \bigcup_{i=1}^S Q_i$ .

### Этап 4. Оценка структурной надежности по критериям "вес", "значимость", "вклад".

Вес элемента  $x_i$  в системе рассчитывается согласно выражения:

$$g_{x_i} = \sum_{j=1}^l 2^{-(r_j-1)} - \sum_{f=1}^k 2^{-(r_f-1)} - \sum_{p=1}^q 2^{-(r_p-1)}$$

где:  $j = 1, \dots, l$ ,  $f = 1, \dots, k$ ,  $p = 1, \dots, q$ ,  $r_j$ ,  $r_f$ ,  $r_p$  – ранги элементарных конъюнкций;  $l$ ,  $k$ ,  $p$  – число конъюнкций, содержащих  $x_i$ ,  $x'_i$  и не содержащих  $x_i$ -й аргумент соответственно.

Значимость элемента  $x_i$  в системе определяет зависимость приращения показателя надежности системы от показателя надежности  $x_i$  элемента:

$$\xi_{x_i} = \frac{\partial R_C}{\partial R_i} = R_{C1}^{(i)} - R_{C0}^{(i)}$$

где  $R_{C1}^{(i)}$  и  $R_{C0}^{(i)}$  – вероятность безотказной работы системы при абсолютной надежности и абсолютном отказе элемента  $x_i$  соответственно.

$$R_{C1}^{(i)} = P\{y_1^{(i)}(x_1, \dots, x_n) = 1\}$$

$$R_{C0}^{(i)} = P\{y_0^{(i)}(x_1, \dots, x_n) = 1\}$$

Вклад элемента  $x_i$  в надежность системы определяет уязвимость элементов:

$$V_{x_i} = R_i \frac{R_C - R_{C0}^{(i)}}{R_i} = R_C - R_{C0}^{(i)}$$

Методика, основанная на логико-вероятностных методах, позволяет произвести:

- расчеты показателей надежности системы;
- исследовать чувствительность показателя надежности системы к изменению значения показателей надежности элементов системы;
- синтезировать рациональную структуру системы;
- исследовать структурную надежность по критерию важности, которые представлены как «вес», «значимость» и «вклад» каждого элемента;
- определение «узких» мест в системе, при этом, решая ряд задач по оптимальному распределению ресурса, определению комплекса и содержания мероприятий по технической эксплуатации, осуществлять эффективное оперативно-техническое управление системой.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Черкесов, Г.Н. Надежность аппаратно-программных комплексов [Текст]: учебное пособие / Г.Н. Черкесов. – СПб, 2005. – 480 с.
2. Рябинин, И.А. Логико-вероятностные методы исследования надежности структурно-сложных систем [Текст] / И.А. Рябинин, Г.Н. Черкесов. – М., Радио и связь, 1981.
3. Беликов, Ю.Н. Анализ методов расчета надежности сетевых структур [Текст] / Ю.Н. Беликов // Сборник научных трудов ученых Орловской области. Выпуск 1. – Орел: ОрелГТУ, 1995. - С.124-133.
4. Беликов, Ю.Н. Логико-вероятностные методы исследования связности сетей [Текст] / Ю.Н. Беликов // Сборник научных трудов ученых Орловской области. Выпуск 1. – Орел: ОрелГТУ, 1995. - С. 129-148.

**Беликов Юрий Николаевич**  
Профессор кафедры к.т.н. доцент  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: 8-920-284-3166

**Лысанов Иван Юрьевич**  
Преподаватель кафедры  
Академия ФСО России, г.Орел  
Тел. 8-920-283-8342  
E-mail: [IvanLisanov@mail.ru](mailto:IvanLisanov@mail.ru)

УДК 004.056.53

БЕЛОУСОВА Е.А., ГРИБАНОВСКАЯ Н.В., КАРТАВЦЕВА С.Н.,  
САВВА Т.Ю., ЧЕРНИКОВА С.И.

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ КОМПЛЕКСНОЙ ЗАЩИЩЕННОСТИ ИНФОРМАЦИОННЫХ РЕСУРСОВ, КАК ЗАДАЧА ИНФОРМАЦИОННОГО МЕНЕДЖМЕНТА

This article contains the review of methods of authentication of users applied now. In this article a line of hardware ways of realization of these methods, their advantages and lacks, and features of using are considered. Priority directions of development of methods of authentication of users are resulted.

Значение сферы обработки информации на предприятиях постоянно растет, и все большую роль играет требование комплексной защищенности информационных систем и созданных на ее основе информационных ресурсов. Предотвратить ущерб, связанный с утратой хранящейся в компьютерах конфиденциальной информации, – одна из важнейших задач для любой компании.

Мероприятия по защите данных на многих предприятиях детально разработаны и хорошо знакомы работникам, отвечающим за их выполнение. Однако известно, что главным виновником потерь информации часто оказывается персонал того же предприятия. По результатам исследования Computer Security Institute, на непреднамеренные ошибки сотрудников приходится 55% такого ущерба, на преднамеренные действия коллег – 19%. Оставшуюся часть потерь связывают с проблемами физической защиты – 20%, вирусами – 4%, внешними атаками – 2% [1].

Для предупреждения компьютерных преступлений разработчики автоматизированных систем, вычислительной техники и средств передачи информации создают различные способы защиты от несанкционированного доступа к данным, разрабатываемым на ЭВМ и программным средствам. Основными способами такой защиты являются: технические, административные, криптографические, правовые, экономические. Абсолютно надежную, непреодолимую защиту создать нельзя. Система защиты информации может быть в лучшем случае адекватна потенциальным угрозам. При планировании защиты необходимо представлять, кого и какая именно информация может интересовать и какова ее ценность. Кроме того, система защиты информации должна быть комплексной, гибкой и адаптируемой к изменяющимся условиям.

Одним из наиболее эффективных технических способов защиты информации от злоумышленников считается внедрение так называемых средств ЗА (аутентификация, авторизация, администрирование), среди которых значимое место занимают аппаратно-программные системы идентификации и аутентификации и устройства ввода идентификационных признаков, предназначенные для защиты от несанкционированного доступа к компьютерам. Выделяют три способа аутентификации [2]:

1. Пользователь знает нечто уникальное и демонстрирует компьютеру это знание. Такой информацией может быть, например, пароль.

2. Пользователь имеет предмет с уникальным содержимым или с уникальными характеристиками.

3. Аутентификационная информация является неотъемлемой частью пользователя. По этому принципу строятся системы биометрической аутентификации, использующие в качестве информации, например, отпечаток пальца.

Процедуры проверки пользователей информационной системы по методу «пользователь знает» сводятся к взаимному опознанию пользователя и системы и установлению факта допустимости использования ресурсов конкретным пользователем в соответствии с его запросом.

Другим способом проверки подлинности пользователя является диалог по методу «запрос-ответ». Пользователь должен ответить правильно на вопросы, задаваемые операционной системой из списка, хранящегося в памяти ЭВМ.

Метод аутентификации «пользователь имеет» предполагает использование электронных систем идентификации и аутентификации. В них идентификационные признаки представляются в виде цифрового кода, хранящегося в памяти идентификатора.

Одной из самых надежных и доступных в наше время технологий является биометрическая система. Биометрический способ основан на проверке уникальных физиологических черт человека. Такими особенностями являются узоры пальца, очертания ладони, радужная оболочка глаза, сетчатка глаза, расположение вен на лицевой стороне ладони, термограмма лица, ДНК и многие другие. В отличие от пароля, биометрическая информация не может быть ни потеряна, ни забыта, ни украдена.

Самый распространенный биометрический способ идентификации человека – сканирование отпечатков пальцев. На сегодняшний день существует три технологии, которые позволяют авторизировать человека при снятии отпечатков:

1. Оптические сканеры, принцип действия которых полностью идентичен работе обычных сканеров.

2. Технология на базе электрического сканера. Из-за прикосновения пальца к кремниевой подложке изменяется электрическое поле, а полученные данные преобразуются в точное 8-битное растровое изображение.

3. Технология TactileSense, использующая специальный полимерный материал, чувствительный к различиям электрического поля между гребнями и впадинами кожи. Принцип работы устройств TactileSense такой же, как и у электрических сканеров, но у них есть ряд преимуществ, таких как стоимость, прочность и миниатюрные размеры.

Еще одним биометрическим способом идентификации личности является система сканирования радужной оболочки глаза. Принцип работы комплекса сводится к применению массива цифровых камер высокого разрешения. Эти камеры имеют небольшие размеры, направлены под незначительно отличающимися углами и сфокусированы на различных расстояниях. Как только человек попадает в зону охвата системы, специальный сенсор активирует мощный стробоскопический источник инфракрасного света, и фотокамеры делают серию снимков. Далее из полученных изображений отбирается одна (или несколько) наиболее удачная фотография, после чего производится ее сравнение с информацией, занесенной в базу данных.

Идентификация личности по динамике воспроизведения подписи с целью ограничения доступа к объектам построена на анализе проекций колебаний пера по координатам X и Y в процессе воспроизведения подписи. В процессе идентификации пользователь вводит свой идентификационный код, после чего воспроизводит на графическом планшете свою подпись. Из введенной подписи выделяются динамические параметры, которые сравниваются с соответствующими пороговыми значениями, полученными из базы данных.

Можно полагать, что в самом ближайшем будущем биометрические методы распознавания человека станут применяться практически во всех технических и информационных системах безопасности.

Важную роль играют административные (организационные) мероприятия, такие, например, как информирование широких масс населения и заинтересованных специалистов о существовании проблемы защиты информации, определение подразделений и лиц, ответственных за организацию защиты информации, регулярная смена паролей и ключей и строгий порядок их хранения, анализ журналов регистрации событий в системе, ограничение доступа.

Защита секретной, конфиденциальной информации и личной информации от чтения посторонними лицами и целенаправленного ее искажения осуществляется чаще всего с помощью криптографических средств, т.е. путем шифрования данных. Одним из наиболее известных инструментов шифрования является электронно-цифровая подпись в электронном документе, которая признается равнозначной собственноручной подписи в документе на бумажном носителе.

Использование вычислительной техники и программного обеспечения в народном хозяйстве породило новый вид отношений между разработчиками и заказчиками информационных систем, а также отношения, возникающие в процессе сбора, обработки, хранения и отображения информации. Правовая защита информации - комплекс административно-правовых или уголовно-правовых норм, устанавливающих ответственность за несанкционированное использование данных или программных средств. Правовые методы защиты программ включают патентную защиту, закон о производственных секретах, лицензионные соглашения и контракты, закон об авторском праве [3].

Суть экономического способа защиты информации заключается в создании условий, делающих экономически невыгодным программное пиратство. Это достигается путем установки различных льгот законным пользователям, обеспечение их бесплатной консультационной и технической поддержкой, сопровождением, обучением, предоставлением оперативной информации о новых версиях программных продуктов.

Информационный менеджмент представляет собой управление информационной системой на всех этапах ее жизненного цикла (создание, внедрение, поддержка), ее стратегическое развитие. А информационные технологии все больше становятся просто фактором производства или ресурсом, необходимым для сохранения конкурентоспособности предприятия. В недалеком будущем вполне может оказаться, что главная и парадоксальная профессиональная задача IT-менеджеров должна заключаться в их самоликвидации, т.е. в обеспечении такого уровня надежности, стабильности и безотказности ИТ-инфраструктуры, который сделает активное вмешательство руководителей излишним [4].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Панасенко, С. Аутентификация пользователей [Электронный ресурс] / С. Панасенко // Мир ПК, № 04, 2005. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/pcworld/2005/04>
2. Сарбуков, А. Аутентификация в компьютерных системах [Электронный ресурс] / А. Сарбуков, А. Грушо. – Режим доступа: <http://ufa.shikremont.ru/gira>
3. Подшибихин, Л.И. О правовой охране программ для ЭВМ и баз данных в Российской Федерации / Л.И. Подшибихин // Мир ПК, 1996. - №6.
4. Карр, Н.Дж. Блеск и нищета информационных технологий: Почему ИТ не являются конкурентным преимуществом [Текст]: [пер. с англ.] / Николас Дж. Карр – М. Изд. дом «Секрет фирмы», 2005. – 176 с.

**Грибановская Наталья Викторовна**

Доцент кафедры информационных системы, к.э.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел. +7(4862)41-98-71  
E-mail: [zest@ostu.ru](mailto:zest@ostu.ru)

**Белюсова Екатерина Александровна**

Студентка факультета электроники и приборостроения  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел. 8-920-805-8005  
E-mail: [tator@mail.ru](mailto:tator@mail.ru)

**Картавцева Светлана Николаевна**

Студентка факультета электроники и приборостроения  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел. 8-905-166-1664  
E-mail: [tator@mail.ru](mailto:tator@mail.ru)

**Савва Татьяна Юрьевна**

Студентка факультета электроники и приборостроения  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел. 8-910-208-8622  
E-mail: [tator@mail.ru](mailto:tator@mail.ru)

**Черникова Светлана Ивановна**

Студентка факультета электроники и приборостроения  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел. 8-920-811-9770  
E-mail: [tator@mail.ru](mailto:tator@mail.ru)

УДК 621.396.1

БОГАЧЕВ А.Г., ДВИЛЯНСКИЙ А.А., КОРОЛЕВ А.В., КОСУХИН А.С.

## ОБЩИЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАДИОЧАСТОТНОГО СПЕКТРА

The basic approaches to the analysis of the efficient spectrum management are considered. The special attention is given to problems of conversion in radio frequency spectrum utilization.

В настоящее время отрасль информационных технологий и связи в Российской Федерации развивается опережающими темпами по сравнению с темпами роста экономики в целом. Однако одной из основных проблем, сдерживающих развитие национальной инфраструктуры связи, является острая нехватка необходимого радиочастотного ресурса для внедрения новых технологий и услуг связи. Радиочастотный спектр (РЧС) – один из наиболее ценных национальных ресурсов. От эффективности его использования существенно зависит развитие в стране радиосвязи и радиовещания, а также ряда других радиослужб. Радиосвязь является важнейшим средством управления во многих отраслях народного хозяйства, обороны и безопасности. Развитие экономики страны и, в частности, ее радиопромышленности также в значительной степени определяется эффективностью использования этого ценного национального ресурса.

Регулирование использования РЧС в России в соответствии с Федеральным законом «О связи» должно осуществляться с учетом следующих принципов:

- разрешительный порядок доступа пользователей к РЧС;
- сближение распределения полос частот и условий их использования в Российской Федерации с международным;
- право доступа всех пользователей к РЧС с учетом государственных приоритетов, в том числе обеспечения РЧС радиослужб Российской Федерации в целях обеспечения безопасности граждан, обеспечения президентской связи, правительственной связи, обороны страны и безопасности государства, правопорядка, экологической безопасности, предотвращения чрезвычайных ситуаций техногенного характера;
- недопустимость бессрочного выделения полос частот, присвоения частот или частотных каналов;
- конверсия частотного ресурса и платность использования РЧС;
- прозрачность и открытость процедур распределения и использования РЧС.

В периодической печати последних лет широко обсуждается проблема РЧС. Не последнее внимание уделяется анализу эффективности использования РЧС, при этом выделяют три вида эффективности – техническую, экономическую и функциональную [1]. Техническая эффективность определяется через спектральную эффективность (отношение скорости передачи данных к ширине используемой полосы РЧС) и электромагнитную совместимость (возможность совместного использования одной полосы частот разными средствами). Экономическая эффективность связывается с доходом оператора от использования полосы РЧС. Функциональная эффективность использования РЧС определяется свойствами сетей связи, которые построены на основе использования выделенных полос частот. Как справедливо отмечается в актуальных публикациях [1], единого алгоритма сравнения эффективности использования РЧС различными системами связи не существует.

Анализ эффективности использования РЧС гражданами (коммерческими) пользователями построен в основном на оценке экономической эффективности. Правительственные службы такой анализ проводят, прежде всего, на основе требований по функциональной эффективности. Отсутствие единой для всех служб методологии анализа приводит к невозможности сравнения эффективности использования РЧС по различающимся

показателям, получаемым отдельно каждой из групп пользователей РЧС. Несопоставимость получаемых показателей стала барьером на пути конверсии РЧС и основой для порой диаметральных оценок эффективности использования РЧС. Одним из путей преодоления указанных затруднений стало предложение по использованию экономических рычагов для регулирования использования РЧС правительственными службами, выразившееся во взимании платы с этих служб. Этот подход, по сути, сводит гражданских и правительственных пользователей в единую плоскость экономического анализа эффективности. Тогда точка компромисса во многом определяется соотношением платежеспособностей пользователей РЧС независимо от их принадлежности к правительственным или гражданским пользователям. Действительно, совокупность средств, выделяемых правительственным службам из федерального бюджета на нужды обороны и безопасности (в том числе на использование РЧС), характеризует достигнутый в обществе компромисс между потребностями в безопасном существовании, защите от внешней агрессии и потребностями в экономическом развитии, не отягощенном непосильными издержками. Однако применение этого подхода к системам связи правительственных служб недопустимо, так как устанавливаемые ограничения на использование РЧС ведут к снижению качества предоставляемых услуг связи, то есть невыполнению требований по функциональной эффективности.

Таким образом, выявленные при анализе эффективности использования РЧС системами связи правительственных служб противоречия обуславливают необходимость разработки новых подходов к анализу эффективности использования РЧС. Один из возможных подходов заключается в том, что эффективность использования РЧС гражданскими службами оценивается по критериям функциональной эффективности, что позволило бы сравнивать получаемые показатели эффективности с показателями эффективности использования РЧС правительственными службами. Однако методология количественного обоснования функциональной эффективности использования РЧС гражданскими службами недостаточно развита.

Анализ эффективности использования РЧС и его конверсии сложен также ввиду большой инертности систем, использующих РЧС. Системы связи, спроектированные десятилетия назад и использующие отведенные им полосы РЧС, эволюционируют, модернизируются и продолжают использовать те же полосы РЧС. Одномоментное изменение планов распределения частот с целью достижения оптимальных показателей эффективности использования РЧС невозможно. Поэтому анализ эффективности использования РЧС, разработка новых планов (таблиц) распределения радиочастот должны строиться на основе повариантного (ситуационного) моделирования существующих и перспективных систем связи и расчета соответствующих показателей эффективности функционирования систем связи и показателей эффективности использования РЧС.

Важным аспектом анализа эффективности использования РЧС является рассмотрение физических особенностей передачи сигналов в различных полосах РЧС. Действительно, предоставление услуг связи на основе использования полосы 10-20 МГц трудно соотнести с предоставлением услуг связи на основе использования полосы 910-920 МГц или, например, 6010-6020 МГц как по техническим, так и по функциональным и экономическим критериям. Неэквивалентность полос частот одинаковой ширины, но различных диапазонов не дает возможности механически перераспределять радиочастотный ресурс. Отсюда вытекает приверженность многих исследователей к экономическим методам, дающим единое «справедливое» – стоимостное измерение. Неэквивалентность полос частот в разных участках спектра ограничивает использование научных методов исследования операций, основанных на представлении РЧС как однородного ресурса, подлежащего распределению.

Еще сложнее обстоит дело с анализом эффективности использования РЧС сетями связи, имеющим в своем составе разнотипные средства связи. Операторы сотовой связи для развертывания базовых станций используют полосы РЧС в диапазоне 900/1800 МГц. Одновременно операторы требуют выделения полосы РЧС для обеспечения связи с базовыми станциями на основе применения радиорелейной связи. Очевидно, в случае положи-

тельного решения по выделению полосы, используемой для организации канала «базовая станция-абонентский терминал», но отрицательного решения по выделению полосы РЧС для нужд радиорелейной связи, операторы вынуждены использовать для связи с базовыми станциями другие виды связи (спутниковую, радио) или даже другой род связи (проводную связь). Это неизбежно изменяет как экономические, функциональные, так и технические показатели эффективности использования РЧС. Возникает необходимость перехода от анализа эффективности использования полосы РЧС к комплексному анализу эффективности использования полос РЧС всей сетью связи. Для сетей связи правительственных служб этот подход будет особенно актуальным.

Одним из принципов построения сетей военной связи является резервирование, а важным направлением резервирования является использование различных родов и видов связи по различным трассам (путям). Сети военной связи функционируют как единый комплекс разнородных средств, подсетей, и отказ от одного из видов связи в результате конверсии, например, от коротковолновой радиосвязи, обязательно повлияет на характеристики системы в целом. Перевод функционирующей сети в другую полосу РЧС повлияет на характер распространения радиоволн, что также изменяет (возможно ухудшает) показатели качества предоставления услуг военной связи, хотя эффективность использования РЧС может улучшаться.

Таким образом, анализ эффективности использования РЧС гражданскими потребителями должен оставаться в основном в рамках традиционного экономического подхода с учетом специфики службы, использующей РЧС. При анализе эффективности использования РЧС правительственными службами, на наш взгляд, приоритетным остается функциональный подход, при котором компромисс находится в точке, определяемой соотношением, с одной стороны, допустимого изменения качества предоставляемых услуг военной связи и, с другой стороны, получаемым в результате конверсии социально-экономическим эффектом. Анализ эффективности использования РЧС в целом сложен ввиду наличия различных целевых установок и, соответственно, функций полезности у разных групп потребителей, что затрудняет оценку эффективности использования РЧС до и после конверсии.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Крупнов; А. Е. Пути повышения эффективности использования радиочастотного спектра [Текст] / А. Е. Крупнов, А. И. Скородумов // Электросвязь. – 2007. – № 7. – с. 12-18.

**Богачев Андрей Геннадьевич**

Адъюнкт

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел

Тел.: + 7 (910) 201-66-22

E-mail: aboga58@mail.ru

**Двилянский Алексей Аркадьевич**

Адъюнкт

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел

Тел.: + 7 (4862) 54-13-39

E-mail: advil@mail.ru

**Королев Александр Васильевич**

Старший научный сотрудник, к.т.н., доцент

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел

Тел.: + 7 (4862) 54-13-39

**Косухин Александр Сергеевич**

Научный сотрудник

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел

Тел.: + 7 (4862) 54-13-39

УДК 621.395.34

БОГАЧЕВ А.Г., КОРОЛЕВ А.В., ВЕЛИКИХ А.С.

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕДУР ОБСЛУЖИВАНИЯ В МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОМ ЦЕНТРЕ ОБРАБОТКИ ВЫЗОВОВ

The methodical approach to optimization the service procedures of calls in corporate information networks is considered. The offered approach can be applied to the analysis and optimization of the structural and functional organization of the multipurpose call processing centers in multiservice communication networks.

Переход от индустриального к информационному обществу неизбежно сопровождается расширением номенклатуры услуг и ростом объема и видов передаваемой информации. Одним из путей обеспечения инфокоммуникационных потребностей пользователей является построение мультисервисных сетей связи (МСС), реализующих концепцию сетей следующего поколения (NGN). Одним из направлений решения этой задачи является создание корпоративных интегрированных многофункциональных центров обработки вызовов (МФЦОВ) или контакт-центров (более привычные синонимы англо-русское словосочетание «Call-центр», а так же менее часто употребляемые «инфоцентр», «операторский центр»). Такие центры обеспечивают предоставление широкого перечня основных и дополнительных видов обслуживания, универсальный доступ и обслуживание на основе общего канального ресурса различных видов сообщений (телефонных, SMS, факсов, электронных писем, голосовых сообщений и др.), защиту от перегрузок, реализацию приоритетов и поддержание норм QoS. Значительная часть процедур обслуживания при этом реализуется специализированными программными приложениями – системами (ступенями) автоматического распределения вызовов (Automatic Call Distributions – ACD), интегрируемых в программное обеспечение современных АТС (ЦАТС, УПАТС) и обеспечивающих сопряжение телефонных коммутаторов с компьютерными ресурсами и базами данных (серверами приложений), а также с помощью специальных рабочих мест операторского управления. Дальнейшим функциональным развитием ACD является технология программных коммутаторов (SoftSwitch).

Успехов в создании Call-центров и программных коммутаторов добился ряд крупных зарубежных производителей: Lucent Technologies, Nortel Networks, Ericsson, Alcatel, Cisco Systems и др. Известна также отечественная разработка интеллектуальной платформы «ПРОТЕЙ» (ЛОНИИС).

На этапах разработки и эксплуатации МФЦОВ возникает необходимость решения ряда задач по оптимизации процедур обслуживания вызовов при различных значениях структурных и нагрузочных параметров. Решение таких задач предполагает разработку моделей процесса обслуживания вызовов (ПОВ), методики расчета показателей качества и алгоритма оптимизации процедур обслуживания вызовов в МФЦОВ. Под процедурами обслуживания вызовов понимается дисциплина их обслуживания, которая характеризует алгоритмы взаимодействия потока сообщений с системой обслуживания и включает способ обслуживания, порядок обслуживания, наличие преимуществ и ограничений при обслуживании определенных категорий вызовов, схемы распределения емкости буферов памяти и канальных ресурсов, порядок организации обходных направлений, дополнительных видов обслуживания (ДВО).

С учетом наиболее существенных внутренних и внешних параметров, влияющих на показатели качества обслуживания вызовов (КОВ), оптимизационная задача формализована в виде целевого функционала (1). Эта задача заключается в определении наборов процедур и множества управляемых параметров процесса обслуживания вызовов (ПОВ), обеспечивающих максимизацию пропускной способности МФЦОВ при заданных

изменениях входной нагрузки, нормах КОВ, затратах и дестабилизирующих воздействиях:

$$\{Alg(\vec{U}_r), r = \overline{1, R}\} \rightarrow \arg \max_{Alg(\vec{U})} (Y_{\text{МФЦОВ}}(\vec{A}_r, \vec{U}_r, \vec{Q}_r, \vec{B}, C_\Sigma) | Alg(\vec{U}_r) \in \{Alg(\vec{U}_r)^*\}; \quad (1)$$

$$\vec{A}_r \in \{A_r^*\}; \vec{Q}_r \in \{Q_r^*\}; C_\Sigma \in \{C_\Sigma^*\}; \vec{B} \in \{B^*\})$$

где  $Y_{\text{МФЦОВ}}(\vec{A}_r, \vec{U}_r, \vec{Q}_r, \vec{B}, C_\Sigma)$  – пропускная способность;

$R$  – число категорий (приоритетов) абонентов (пользователей), которые могут назначаться по должностному положению, виду предоставляемых услуг и типу сетевых соединений;

$\{Alg(\vec{U}_r)\}$  – множество процедур и вектор управляемых параметров ПОВ:  $\vec{U}_r = [T_r, K_r, \bar{\eta}_r, \bar{\rho}_r, D_g^{(r)}, \dots]^T$ , здесь  $T_r$  – порог резервирования канального ресурса (РКР) ( $0 \leq T_r \leq V_\omega$ ,  $V_\omega$  – общее число каналов в  $\omega$ -м направлении связи (НС),  $\omega = \overline{1, W}$ );  $K_r$  – порог резервирования мест ожидания ( $0 \leq K_r \leq K$ ,  $K$  – общее число комплектов ожидания);  $\bar{\eta}_r$  – интенсивность ухода из очереди вызовов, не дождавшихся обслуживания;  $\bar{\rho}_r$  – интенсивность ухода вызовов из-под обслуживания;  $D_g^{(r)}$  – вес обходного пути ( $D_g^{(r)} \leq 1$ ,  $g = \overline{1, G}$  – количество обходов);

$\vec{A}_r$  – вектор параметров входной нагрузки, определяемый как  $\vec{A}_r = [x_r, z_r, l_r, \lambda_r, \mu_r, \dots]^T$ , здесь  $x_r$  – число источников вызовов  $r$ -й категории;  $z_r$  – средняя интенсивность поступающей от одного источника нагрузки;  $l_r$  – параметр неординарности вызовов ( $0 < l_r \leq V_\omega$ );  $\lambda_r$  – средний параметр потока вызовов;  $\mu_r$  – средняя интенсивность обслуживания вызовов;

$\vec{Q}_r$  – вектор показателей КОВ:  $\vec{Q}_r = [P_{V+K}^{(r)}, P_T^{(r)}, P(\bar{t}_{об} > t_{об}^*), P_{бл}^{(r)}, P_{пр}^{(r)}, \dots]^T$ , где  $P_{V+K}^{(r)}$  – вероятность потерь из-за занятости обслуживающих приборов ( $K \geq 0$ );  $P_T^{(r)}$  – вероятность потерь из-за РКР;  $P(\bar{t}_{об} > t_{об}^*)$  – вероятность того, что время обслуживания превысит допустимое значение;  $P_{бл}^{(r)}$  – вероятность приоритетного прерывания обслуживания;  $P_{пр}^{(r)}$  – вероятность потерь из-за внутренних блокировок;

$C_\Sigma$  – суммарные (приведенные) затраты;

$\vec{B}$  – вектор параметров дестабилизирующих воздействий:  $\vec{B} = [\bar{\lambda}_0, \bar{\mu}_b, \dots]^T$ , где  $\bar{\lambda}_0$  – интенсивность отказов обслуживающих приборов (каналов, линий, абонентских комплектов и др.) по причине технико-эксплуатационной надежности;  $\bar{\mu}_b$  – интенсивность восстановления работоспособности приборов.

В основу разработки модели ПОВ и методики расчета показателей КОВ в МФЦОВ положен известный подход, основанный на рассмотрении пространства укрупненных микросостояний исходного марковского процесса в классе стохастических динамических моделей систем распределения информации (СМО) с непрерывным временем. Динамика состояний СМО описывается посредством классического процесса размножения и гибели.

Особое внимание уделено разработке моделей СМО с комбинированными дисциплинами обслуживания двух типов, обозначение которых в символике Кендалла – Башари-на имеет вид  $\bar{M}_i / \bar{M}_l / V, D / L / PRA$  и  $\bar{M}_i / \bar{M}_r / V / W, K, t, L / PRA$ . Посредством СМО первого типа описывается процесс обслуживания маркированных (многоканальных) вызовов различных категорий при скорой системе обслуживания, СМО второго типа – при немедленной или заказной системах обслуживания. Для определения вероятностей состояний  $P_i(V_\omega, A_r)$  этих СМО в установившемся режиме получены выражения.

Особенности схемных решений систем коммутации (СК) учитываются путем представления коммутационных полей в виде пространственного эквивалента и изменяющейся

в ходе обслуживания вызовов доступности их выходов, с учетом чего вероятность потерь из-за внутренних блокировок определяется выражением

$$P_{6л}^{(r)} = \sum_{i=D_\omega}^{V_\omega-1} \sigma(i) \cdot P_i(V_\omega, A_r), \quad (2)$$

где  $\sigma(i) = C_i^{D_\omega} / C_{V_\omega}^{D_\omega}$  – вероятность отсутствия свободных промежуточных линий в состоянии  $i$ ;  $D_\omega = F_\omega \cdot V_\omega$  – параметр доступности ( $0,75 \leq F_\omega < 1$ ), определяемый, как функция от профиля нагрузки, структуры коммутационного поля и алгоритма выбора соединительного пути.

Вероятность индивидуальных потерь вызовов каждой категории определяется, как функция от основных показателей КОВ:

$$P_n(V_\omega, A_r) = f(P_{V+K}^{(r)}, P_T^{(r)}, P_{np}^{(r)}, P(\bar{t}_{об,r} > t_{об,r}^*), P_{6л}^{(r)}). \quad (3)$$

При моделировании дестабилизирующих воздействий принимается, что поток отказов обслуживающих приборов обладает последствием; отказы имеют абсолютный приоритет и возникают как в свободном, так и занятом состояниях приборов; на интервале восстановления новые отказы не возникают; интервалы безотказной работы и восстановления являются независимыми случайными величинами, распределенными по экспоненциальному закону. При этом учитывается два режима прерывания: с дообслуживанием – решение принимается по каждой кодовой комбинации (непрерывный способ передачи); без дообслуживания – решение принимается по всему кодовому блоку.

С учетом дестабилизирующих воздействий вероятность индивидуальных потерь (3) рассчитывается из формулы

$$P_n(V_\omega, A_r, \rho_n) = \sum_{k=0}^{V_\omega} \frac{C_{V_\omega-k}^k \cdot \rho_n^k}{\sum_{m=0}^{V_\omega} C_{V_\omega}^m \cdot \rho_n^m} \cdot P_n(V_\omega - k, A_r), \quad (4)$$

где  $\rho_n = \bar{\lambda}_0 / \bar{\mu}_n$  – параметр нагрузки отказов обслуживающих приборов;  $\bar{\lambda}_0 = (\bar{t}_0)^{-1}$  – интенсивность отказов ( $\bar{\lambda}_0 \ll 1$ );  $\bar{\mu}_n = (\bar{t}_n)^{-1}$  – интенсивность восстановления обслуживающих приборов;  $\bar{t}_0$  – время безотказной работы;  $\bar{t}_n$  – время восстановления.

В итоге пропускная способность МФЦОВ как отдельного звена МСС определялась как интенсивность обслуженной нагрузки в обеспечиваемых НС при заданных нормах на показатели КОВ:

$$Y_{МФЦОВ} = \sum_{\omega=1}^W \sum_{r=1}^R Z_{r,\omega} \cdot (1 - P_n(V_\omega, A_r, \rho_n)). \quad (5)$$

Адекватность и точность моделей, использованных для моделирования ПОВ в МФЦОВ, доказывались аналитическим методом инвариантов, имитационным моделированием реального процесса, а также результатами исследования свойств и характеристик нагрузки на реальных объектах связи. Их погрешность не превышает 3 % при исходных данных (ИД), соответствующих структуре и условиям функционирования корпоративных МФЦОВ.

Методика расчета показателей КОВ в МФЦОВ базируется на новых моделях ПОВ, тип которых указан выше, и существующих, уточненных с учетом особенностей их построения и применения. Взаимосвязь моделей и управляемых параметров ПОВ, увязываемых аналитическими выражениями, едиными ИД и ограничениями, показана на рисунке 1.

Предлагаемая методика учитывает последствие потока многоканальных вызовов от конечного числа источников ( $x_r < 15 \cdot V_\omega$ ). Его взаимодействие с СМО характеризуется пятью видами нагрузки и тремя видами потерь, физический смысл которых четко различается, поскольку численные их значения неодинаковы. При неучете этого фактора погрешность расчета показателей КОВ может достигать 30 % и более.

Прозрачность методики к транспортным протоколам, применяемым на узкополосном и широкополосном этапах развития МСС, обеспечивается методом перехода к эквивалентным полосам битовой скорости передачи (ПБСП) при необходимости анализа соединений, скорость передачи по которым со временем может меняться.

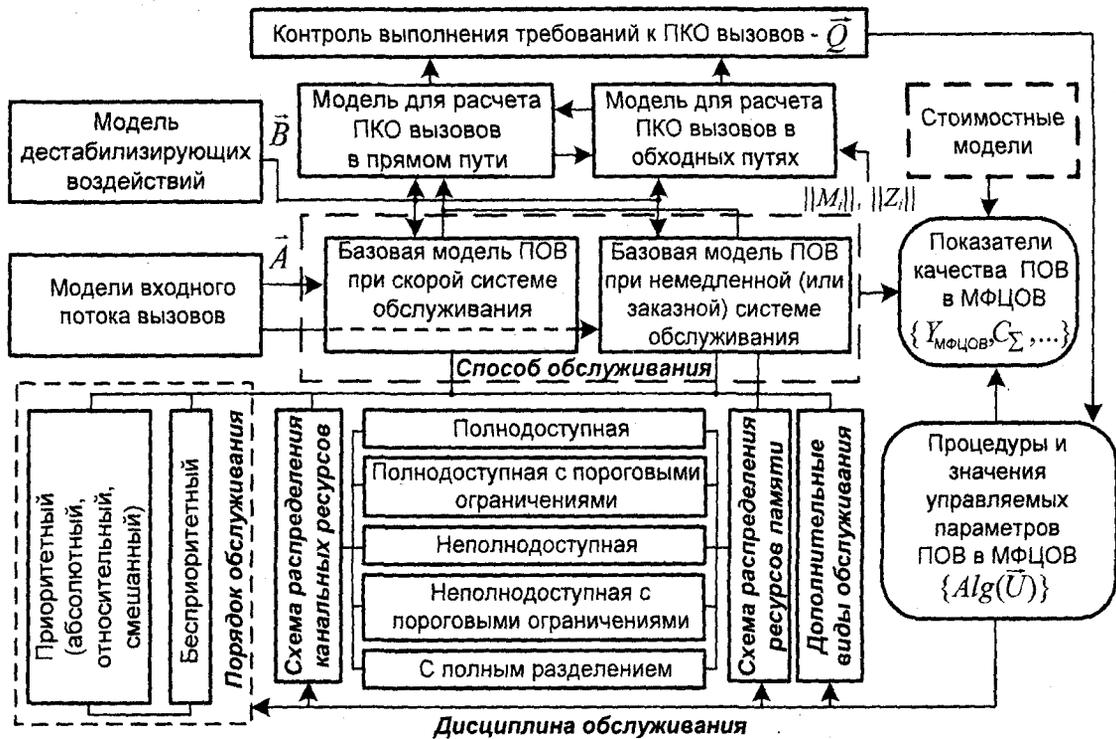


Рисунок 1 – Взаимосвязь моделей и параметров ПОВ

Множество исходных данных (ИД) включает: количество и деление абонентов по категориям, структурные параметры СК, параметры входной нагрузки; емкости НС в числе каналов, требования к КОВ и затратам, параметры дестабилизирующих воздействий и возможности системы восстановления после них. Область допустимых значений задается системой ограничений – технологических, обусловленных характеристиками первичной и вторичной сетей; эксплуатационных, связанных с корпоративными нормами КОВ, эксплуатации и технического обслуживания; модельных, обусловленных пределами применимости используемого математического аппарата и возможностями ЭВМ.

На основе анализа разработанных моделей установлено, что наибольшее влияние на пропускную способность МФЦОВ оказывают многоканальные вызовы. При этом увеличение емкости пучков каналов НС не всегда снижает потери вызовов, а в ряде случаев, напротив, ведет к резкому их возрастанию. Это объясняется «волнообразным» характером зависимости потерь вызовов для всех категорий от числа каналов, при котором потери вызовов определенного типа могут значительно превышать норму, в то время как потери других незначительны. В связи с этим возникает необходимость предотвращения и снижения последствий перегрузок в НС как за счет выбора путей установления соединения, так и ограничения потока вызовов с учетом их приоритетов, требований к ресурсам и КОВ.

На основе разработанных моделей и методики строится алгоритм оптимизации процедур обслуживания в МФЦОВ, основные шаги которого представлены на рисунке 2.

Принимаются допущения о том, что сеть мгновенно управляема и полностью наблюдаема, в сети реализуется распределенный алгоритм маршрутизации. Это позволяет путем замены случайных величин их математическими ожиданиями перейти от стохастической формулировки задачи к детерминированной.

На первом шаге задаются исходные данные (ИД) и ограничения, указанные выше. Помимо этого задаются структура сети в количестве узлов коммутации сети и их связно-

сти, а также первоначальное распределение нагрузки на звеньях сети. Для каждого отдельного узла определяется статическая матрица маршрутизации  $\| M_i \|$ . Исходя из требований к живучести сети, принято, что максимальное количество обходных путей установления соединения  $G = 3$  при числе транзитов  $W_g \leq 5$ .

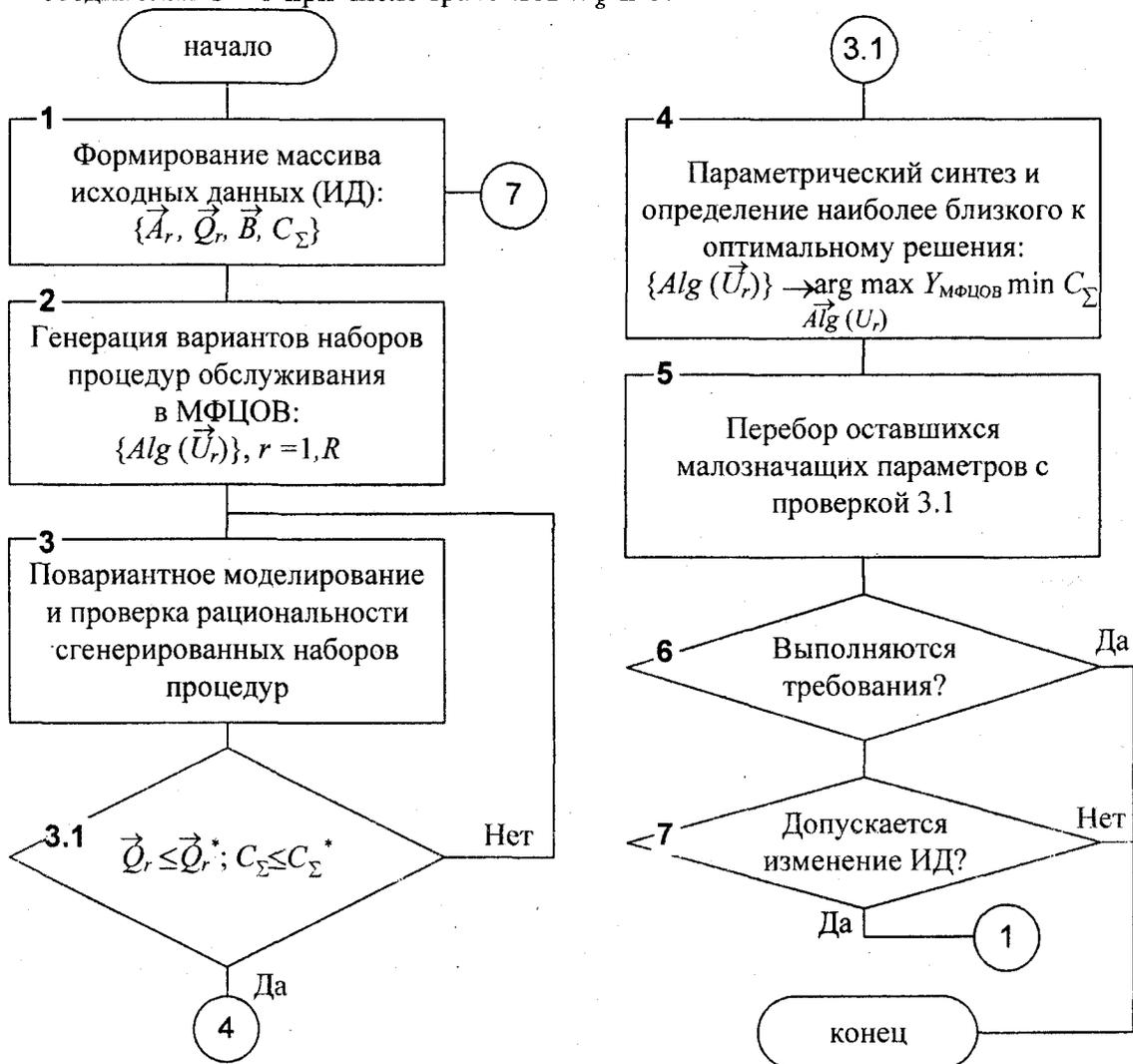


Рисунок 2 – Алгоритм оптимизации процедур обслуживания вызовов

На втором шаге, основываясь на заданные ИД, генерируются варианты наборов процедур обслуживания в МФЦОВ. Эти варианты могут создаваться как априори, так и апостериори, определяя прогностический или фактический характер стоящих задач. Что касается управляемых параметров ПОВ, то они косвенно учитываются при задании его процедур, которое изначально выполняется с учетом требований по управляемости системы.

На третьем шаге структура МФЦОВ при реализации сгенерированных на предыдущем шаге наборов процедур обслуживания вызовов представляется в виде одного из базовых типов моделей СМО или их комбинации. Путем повариантного детерминированного моделирования и оценки того, что требуется, с тем, что достигается, проверяется рациональность вариантов полученных решений с отбрасыванием неприемлемых. Основной показатель – пропускная способность при заданных нормах на показатели КОВ и ограничениях на затраты. Выбор того или иного набора ПОВ определяется величиной суммарной поступающей нагрузки, разностью требований разнотипных вызовов к качеству обслуживания и каналному ресурсу, соотношением нагрузок различных категорий.

На четвертом шаге при фиксированных наборах процедур, прошедших проверку на рациональность, выполняется параметрический синтез, который сводится к определе-

нию значений управляемых параметров ПОВ, обеспечивающих максимизацию выбранного показателя. С учетом того, что целевая функция (1) является нелинейной, недифференцируемой и может иметь несколько экстремумов, общая задача декомпозируется на частные подзадачи. Для их решения применяются методы случайного поиска с адаптацией направления и шага спуска. При этом используется свойство монотонной зависимости уровня качества обслуживания от изменения значений варьируемых параметров, обусловленное верхними граничными значениями показателей КОВ, превышение которых не ведет к его повышению.

Требуемое КОВ одноканальных обеспечивается реализацией абсолютного, относительного и смешанного приоритетов. Основные управляемые параметры: количество доступных мест ожидания, допустимое время ожидания, количество доступных каналов, допустимое время занятия. Проверка целесообразности введения того или иного вида ограничения выполняется, исходя из имеющихся ИД путем расчета вероятности приоритетного прерывания, среднего времени обслуживания и вероятности превышения им допустимого значения для вызовов различных категорий.

Выравнивание потерь многоканальных вызовов и обеспечение требуемого QoS высокоскоростных источников в условиях ограниченных сетевых ресурсов выполняется путем назначения индивидуальных порогов РКР. При занятости всех каналов на прямом пути установления соединения выбирается обходный путь с минимальным весом  $D_g^{(r)}$ , который определяется для каждой категории вызовов с учетом числа последовательно соединенных транзитных участков, составляющих  $g$ -й обходной путь. Если веса всех обходных путей больше единицы, то использование обходов может повлечь перегрузку, поэтому разрешается только прямой путь. В условиях, когда суммарная поступающая нагрузка превышает расчетную величину, доступ неприоритетных потоков ограничивается последовательно, начиная с самого высокоскоростного.

На шагах 5–7 (рис. 2) проверяется возможность повышения уровня КОВ за счет оставшихся малозначащих параметров и ДВО, выбор которых выполняется, исходя из практических соображений с проверкой выполнения указанных выше требований. Если достигаемые значения показателей КОВ не соответствуют нормам, то рассматривается возможность изменения ИД. В результате многомерного зондирования в пространстве варьируемых параметров определяется наиболее приемлемое в рассматриваемых условиях решение.

Таким образом, в статье поставлена новая оптимизационная задача и разработаны для ее решения оригинальные модели процесса обслуживания, методика расчета показателей качества и алгоритм оптимизации процедур обслуживания вызовов в МФЦОВ с учетом многоприоритетного разнородного трафика, ограниченной пропускной способности НС и ненадежности обслуживающих приборов. Предложенный в работе методический аппарат может быть применен для анализа и оптимизации структурно-функциональной организации МФЦОВ в корпоративных МСС.

**Богачев Андрей Геннадьевич**

Адъюнкт

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел

Тел.: + 7 (910) 201-66-22

E-mail: aboga58@mail.ru

**Королев Александр Васильевич**

Старший научный сотрудник, к.т.н., доцент

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел

Тел.: + 7 (4862) 54-13-39

E-mail: av-korolev@yandex.ru

**Великих Александр Сергеевич**

Адъюнкт

Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел

Тел.: + 7 (919) 202-43-27

E-mail: forvel@mail.ru

БОРОВСКИЙ А.С.

## ФРАГМЕНТ МОДЕЛИ БАЗЫ ЗНАНИЙ ДЕЙСТВИЯ СИЛ ОХРАНЫ ПО ЗАЩИТЕ ОБЪЕКТА

In the article are observed the principles of organization of illegible expert system (ES) on the basis of the theory of Bayes's nets of confidence. This ES is organized for the support of taking decisions in the aim of designing systems of physical protection (SPP) of objects. In the article are also observed the types of aims, which could be accomplished with the help of SPP. A new method of organization of informational support while designing SPP is worked up for the practical realization of theoretical position. The fragment of Knowbot of the system of physical protection of objects on the basis of Bayes's net of confidence is worked up.

Одной из основных задач совершенствования системы управления охраной больших открытых территорий (аэропорты, морские порты, береговая охрана, сельскохозяйственные угодья, важные стратегические объекты), является обнаружение и распознавание малозаметных («невидимых») подвижных объектов. Это становится исключительно актуальной проблемой в настоящее время, в связи с активизацией деятельности современного терроризма.

Проблема обнаружения подвижных объектов при охране больших открытых территорий обуславливается следующими факторами:

- объекты становятся малозаметными вследствие применения специальных технологий, (например, технология Стелс), которые делают объект малозаметным, малоконтрастным по отношению к окружающей среде;
- при решении охранных задач больших открытых территорий главной проблемой является слабая отражающая способность объекта или отсутствие контраста между объектом и окружающей средой.

Традиционные системы обнаружения и распознавания основаны на трех подходах:

1. Телевизионные системы наблюдения и распознавания подвижных объектов, построенные на основе обработки телевизионных изображений наблюдаемой местности. Эти системы имеют существенные недостатки. Малоэффективны при плохой видимости – туман, снег, дождь, плохое освещение. Кроме того, оборудование больших территорий такими системами – слишком дорогое удовольствие;

2. Системы обнаружения, построенные на основе радиолокаторов с использованием эффекта Доплера. В этом случае погодные условия не мешают, но эти системы малоэффективны, если объект слабо отражает (или не отражает) радиоизлучение, при малом контрасте между объектом и окружающей средой. Разработчики пытаются в этом случае увеличить чувствительность приемника, мощность передатчика, однако по мере усложнения этих устройств снижается и их надежность;

3. Использование в качестве основного элемента на охраняемом объекте часового, охранника, сторожа, специальных мобильных охранных групп, которые должны обнаруживать нарушителей и принимать меры по пресечению их действий. Для выполнения этих задач весь периметр объекта должен быть оснащен средствами наблюдения, связи и освещения охраняемого объекта в темное время суток и оружием. Нетрудно понять, что построение системы охраны по такой схеме, особенно на крупных объектах с большой протяженностью охраняемого периметра, приводит к значительным затратам людских ресурсов.

Для решения данной проблемы предлагается использовать систему физической защиты (СФЗ), в которой формируются сигналы на основе анализа свойств различных фи-

зических полей (сейсмических, акустических, магнитных, тепловых и др.), сопутствующих объектам [3].

Эффективность методов обнаружения объектов по сигналам физических полей заключается в следующем:

- не зависят от отражающей способности объекта;
- не зависят от направления движения объекта;

Используют пассивные методы приема сигналов, что существенно повышает скрытность этих систем.

Безусловно, при охране больших открытых территорий необходимо использование и охранного телевидения, и мобильных охранных групп. Однако главная проблема заключается в эффективном распределении задач, решаемых СФЗ между людскими ресурсами и техническими средствами охраны объекта.

В науке и практике управления системами охраны накоплен достаточно большой опыт. Вместе с тем в силу различных причин интегрированные системы безопасности (ИСБ) нашли большее практическое применение на малых объектах. Для решения задач охраны объектов, имеющих большие открытые территории, необходимы повышенные меры безопасности (так как они более уязвимы по отношению к внешней среде), что само по себе является сложной проблемой.

В результате системного анализа схем организации охраны объектов различных групп сложности, выявлено наличие критической массы противоречий в процессе анализа СФЗ объекта (рис.1), ярким проявлением которых может быть огромный ущерб, причиненный, например, вследствие совершения теракта на особо важном объекте (АЭС, ГЭС, участок нефтепровода или газопровода и т.д.)

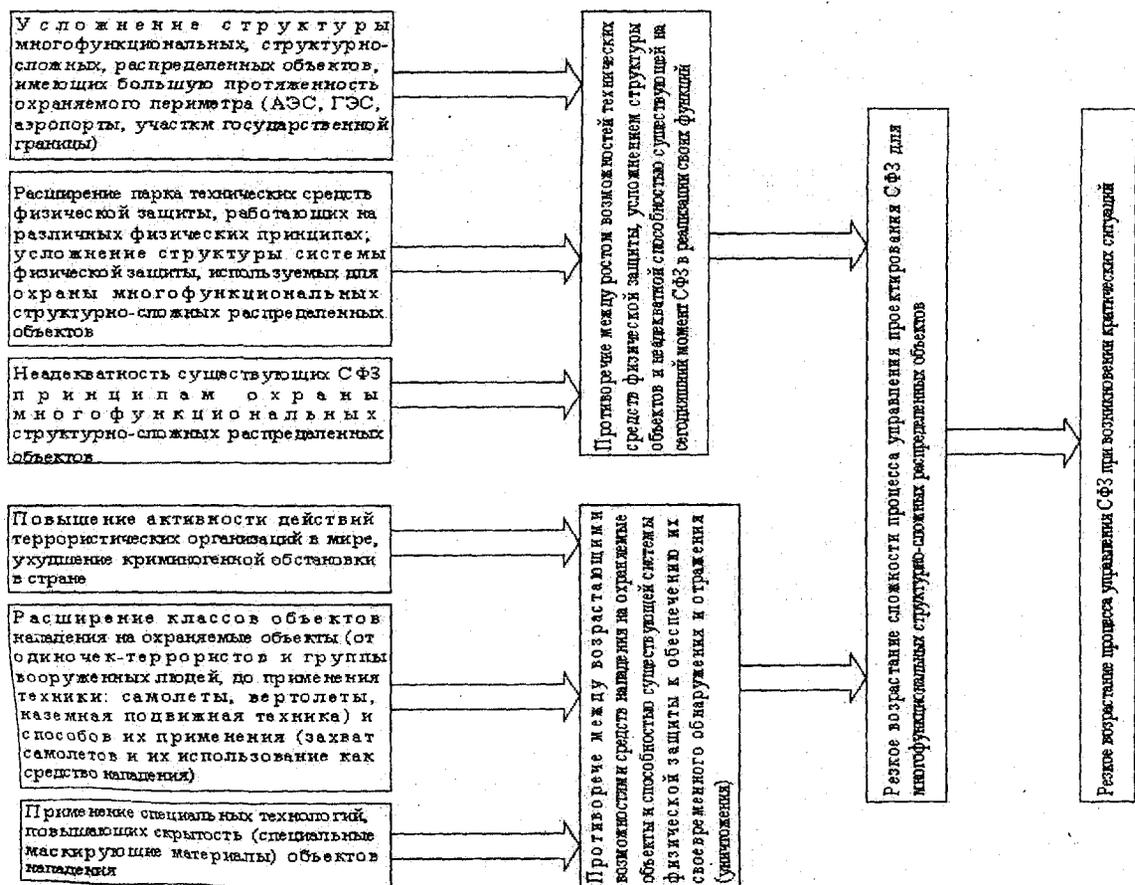


Рисунок 1 – Современные тенденции и основные противоречия процесса анализа СФЗ

В технологической цепи анализа СФЗ наиболее весомым звеном становится технология принятия решений, включающая в себя мониторинг объекта, с целью уточнения задач системы физической защиты, проектирование системы физической защиты, оценку системы физической защиты и выработку решений о достаточности мер по защите объекта.

На основе теории принятия решений рассмотрены задачи, характерные для анализа и оценки СФЗ. Выделено три типа задач, решаемых при моделировании СФЗ (рис. 2).

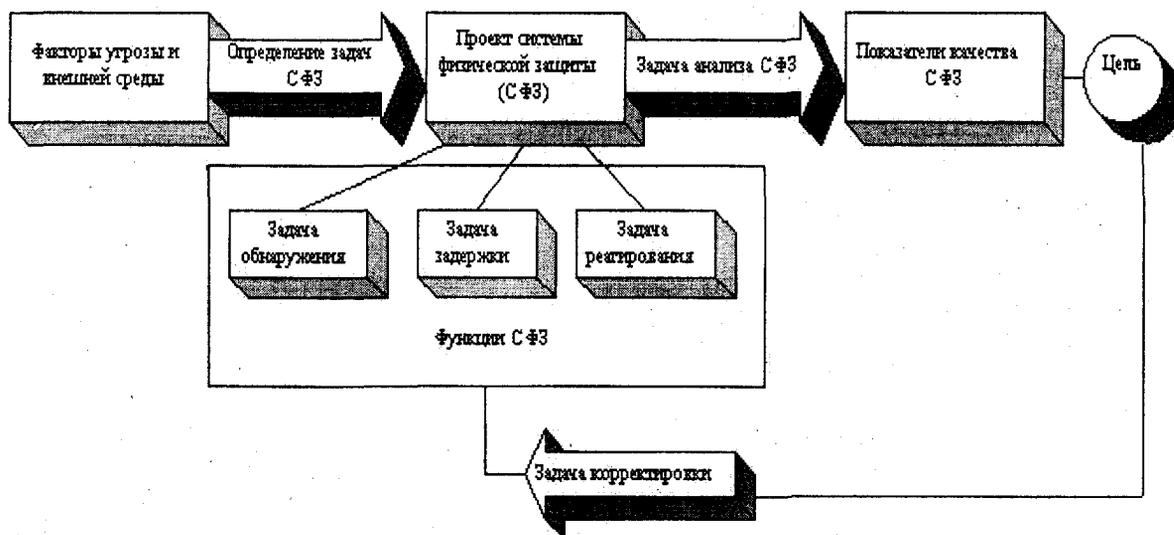


Рисунок 2 – Типы задач при анализе СФЗ

Проблема принятия решений при анализе СФЗ связана с выбором варианта действий при определении задач системы, оценкой выходных переменных на этапе анализа и их корректировкой для достижения поставленной цели. При этом принятие решений характеризуется наличием нечеткой информации и может формироваться в условиях ограниченного времени и ограниченных ресурсов [1].

Указанная проблема рассматривается как проблема эффективного информационного взаимодействия элементов сложной системы и выбора на этой основе оптимального решения. Процесс принятия решений при анализе и оценке СФЗ включает: определение целей, формирование задачи принятия решений и, наконец, принятие решений (выбор альтернатив). Задача принятия решений в общем случае характеризуется кортежем:

$$\langle A; E; S; T \rangle, \quad (1)$$

где  $A$  – множество альтернатив;

$E$  – среда задачи принятия решений;

$S$  – система предпочтений ЛПР;

$T$  – некоторое действие над множеством альтернатив  $A$ .

Система «внешняя среда, угроза – СФЗ – лицо, принимающее решение» рассматривается как нечеткая система, характеризующаяся входами-предпосылками и выходами-заключениями. Задачи принятия решений при анализе и оценке СФЗ можно рассматривать как задачи принятия решения в нечетких условиях.

Для дальнейших теоретических рассуждений разработана структура информационной поддержки принятия решений при анализе и оценке СФЗ (рис. 3).

В результате анализа основных направлений повышения эффективности физической защищенности объектов установлено, что их можно разбить на две глобальные группы: организационное направление, связанное с разработкой законодательных и нормативно-правовых актов, регламентирующих деятельность всех субъектов, участвующих в решении проблем обеспечения безопасности на всех этапах создания и функционирования

СФЗ, и концептуально-техническое направление, связанное с анализом уязвимости объекта и существующей СФЗ, разработкой принципов физической защиты объекта и технико-экономического обоснования создания СФЗ, наиболее значимым среди которых становится процесс автоматизации технологии управления проектом СФЗ.

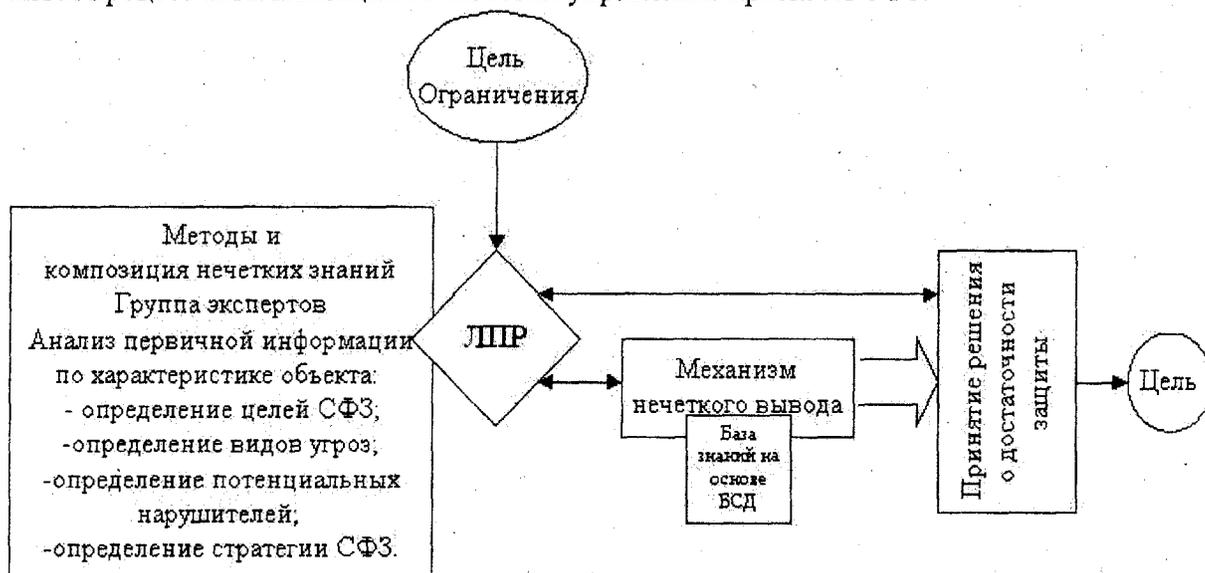


Рисунок 3 – Структура информационной поддержки принятия решения

В настоящее время существует несколько общепризнанных методик анализа СФЗ, это модели: EASI (программа оценки вероятности пресечения последовательности действий диверсантов), SAVI (программа системного анализа уязвимости к проникновению), ASSESS (аналитическая система и программное обеспечение для оценки эффективности систем защиты и обеспечения безопасности) [4].

Данные методики не в полной мере удовлетворяют требования анализа СФЗ объектов, имеющих большую открытую территорию, в частности, не учитывают физические барьеры, технические средства охраны, вероятностный характер столкновения двух сторон, оценку сил вторжения на этапе проверки достоверности сигналов тревоги.

Область решения задачи анализа СФЗ относится к так называемым сложным, трудно формализуемым задачам, отличительными признаками которых являются:

- отсутствие полной и достоверной информации о предметной области;
- неполнота, неоднозначность, противоречивость данных;
- неопределенность предметной области.

Задача поддержки принятия решений при анализе СФЗ требует информации, отражающей опыт и знания экспертов в базах знаний, предоставления возможных вариантов решения, оценки этих решений и выбор обоснованного из них.

При проектировании СФЗ особая сложность состоит в разработке базы знаний, так как она включает разнородные знания о предметной области. Эти знания являются неполными и неоднозначными, так как необходимо учитывать огромное число параметров, определяющих проектируемую систему: определения целей и предметов защиты (кого и что защищать); определения и оценки угроз (от кого защищать); разработка и реализация адекватных мер защиты (как защищать); характеристики объекта (план объекта, материальные ценности, энергоемкие компоненты, персонал и т. п.); характеристики угрозы (модель нарушителя); критерий качества и ограничения на реализацию системы. Кроме того, необходимо учитывать взаимное влияние различных факторов друг на друга.

В данной работе показано, что снять имеющиеся ограничения возможно путем использования новой информационной технологии на основе последних достижений теории искусственного интеллекта, байесовских сетей доверия и нечеткой логики [2,5,6].

При анализе величин с использованием вероятностной методики Байеса может применяться и нечеткая логика. При этом анализируются лингвистические переменные, которые используются в базе знаний для выполнения логических выводов. Для их анализа и применяются формулы теории вероятностей. Для представления зависимости между переменными и краткой спецификации совместного распределения вероятностей используют структуру данных, называемую байесовской сетью (сетью доверия и т.п.), которая является графом.

Байесовская сеть позволяет полностью описать область. Каждый элемент, входящий в совместное распределение вероятностей, может быть вычислен, исходя из информации в сети. Совместное распределение вероятностей может ответить на любой вопрос о предметной области, но может оказаться сложным, поскольку число переменных растет.

С помощью использования сетей доверия Байеса (БСД) был построен фрагмент базы знаний ситуации последовательности действий сил охраны по перехвату и нейтрализации нарушителей (рис.4).

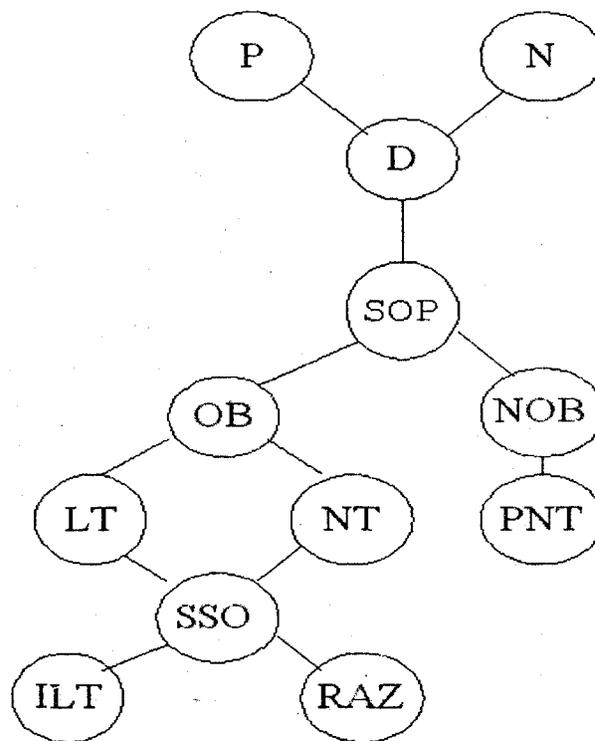


Рисунок 4 - Фрагмент базы знаний «Нарушитель - СФЗ» в виде БСД

На рисунке 4 введены следующие обозначения:

- P - помеха;
- N - нарушитель;
- D - срабатывание датчика;
- SOP - передача сообщения оператору;
- OB - оценка сигнала оператором «обнаружение»;
- NOB - оценка сигнала оператором «необнаружение»;
- LT - распознавание «ложная тревога»;
- NT - распознавание «нарушитель»;
- PNT - пропуск нарушителя;
- SSO - передача сообщения силам охраны;
- ILT - проверка истинности ложного сигнала;
- RAZ - развертывание сил охраны.

Для полного описание байесовской сети были заданы условные вероятности пребывания всех вершин в определенном состоянии, обусловленные состоянием их родительских вершин, но так как вершины «помеха» и «нарушитель» не имеют родителей, то их состояния определяются маргинальными вероятностями:  $P(N)=0,99$ ;  $P(P)=0,01$ . (таблица 1)

Таблица 1 – Условные вероятности вершин БСД

Условные вероятности	Значения	Условные вероятности	Значения
$P(D/P,N)$	0,9901	$P(LT/OB)$	0,03
$P(D/P-HE,N)$	0,99	$P(LT/OB-HE)$	0,01
$P(D/P,N-HE)$	0,01	$P(NT/OB)$	0,8
$P(D/P-HE,N-HE)$	0,001	$P(NT/OB-HE)$	0,01
$P(SOP/D)$	0,95	$P(SS0/LT,NT)$	0,95
$P(SOP/D-HE)$	0,001	$P(SS0/LT-HE,NT)$	0,99
$P(NOBSOP)$	0,1	$P(SS0/LT,NT-HE)$	0,95
$P(NOBSOP-HE)$	0,001	$P(SS0/LT-HE,NT-HE)$	0,001
$P(OB/SOP)$	0,9	$P(ILT/SSO)$	0,998
$P(OB/SOP-HE)$	0,01	$P(ILT/SSO-HE)$	0,01
$P(PNT/NOB)$	0,2	$P(RAZ/SSO)$	0,95
$P(PNT/NOB-HE)$	0,001	$P(RAZ/SSO-HE)$	0,01

Был реализован алгоритм первичной пропагации, т.е. вычислены вероятности всех переменных, входящих в сеть. Данный алгоритм также позволяет вычислить вероятности при поступлении одного свидетельства, так, например, были вычислены следующие вероятности:  $P(d/NT)=0.719952$ ;  $P(d/LT)=0.027973$ ;  $P(N/RAZ)=0.684767$ ;  $P(P/RAZ)=0.678427$ ;  $P(NT/N)=0.999718$ ;  $P(NT/P)=0.010001$ . В скобках вероятностей первые обозначения соответствуют гипотезам, а вторые – свидетельствам. Для построения двухрубежной охраны (два датчика) были реализованы алгоритмы Noisy – OR и Noisy – AND, которые показали, что объединение сигналов по «И», позволяет снизить вероятность ложной тревоги, а по схеме «ИЛИ» - уменьшить вероятность пропуска нарушителя

Представленная модель системы физической защиты находится в продвинутой фазе разработки: создана концепция, разработана архитектура, отмоделированы ключевые моменты реализации в среде: Borland Delphi 2006.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Керов, Л.А. Экспертные системы: Инструментальные средства разработки [Текст] / Л.А. Керов, А.П. Частиков [и др.]. - СПб.: Политехника, 1996. - с.46-52.
2. Мукаидоно, М. Нечеткий вывод резолюционного типа [Текст] / М. Мукаидоно; под ред. Р. Ягера // Нечеткие множества и теория возможностей - М.: Радио и связь, 1986. - с.153-160.
3. Никитин, В.В. Система охраны периметра: приоритеты и компромиссы [Текст] / В.В. Никитин, А.К. Цицулин // БДИ.- 2000.- №2 - С. 34-36.
4. Никитин, В.В. Математическое моделирование систем физической защиты [Текст] / В.В. Никитин, А.К. Цицулин // БДИ. - 2000. - №1.- С. 10-13.
5. Представление и использование знаний [Текст]: [пер. с япон.] /Под ред. Х. Уэно, М. Исидзука. – М.: Мир, 1989. - с.132-138.
6. Тулупьев, А.Л. Байесовские сети [Текст]: логико-вероятностный подход / А.Л. Тулупьев, С.И. Николенко, А.В. Сироткин //СПб.: Наука, 2006.- 607 с.

**Боровский Александр Сергеевич**

Доцент кафедры вычислительной техники, к.т.н.  
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург  
Тел.: +7(3532)71-85-99  
E-mail: borovski@mail.ru

УДК 681.324

БЫСТРИКОВА В.А.

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОДНОМЕРНОГО СЕТЕВОГО КЛАСТЕРА

In this article the basic directions of development of the Mass-Parallel Processing, the decisions of the most complicated problems caused by necessity are considered. Definition network cluster and the basic characteristics modern clusters are resulted. For an opportunity of comparison of efficiency of the topology offered for clusters realization, the set of the likelihood-time characteristics is entered, allowing to estimate efficiency of functioning by comparison with one-dimensional cluster.

Современное развитие науки и техники ставит перед специалистами необходимость проведения вычислений для решения больших научно-технических задач в различных областях. Сложнейшие задачи и процессы в атомной физике, авиастроении и машиностроении, нефтегазовой отрасли и экономической оптимизации, биоинженерии и нанотехнологиях требуют для своих расчетов использования высокопроизводительной вычислительной техники, обладающей не только огромным быстродействием, но и имеющей большой объем оперативной и дисковой памяти для хранения информации.

Все это обуславливает активное развитие систем массового параллелизма, которое в настоящее время движется в рамках нескольких направлений [1].

*Векторно-конвейерные компьютеры*, характерными особенностями которых являются конвейерные функциональные устройства и набор векторных команд. Векторные команды эффективно загружают имеющиеся конвейеры за счет возможности оперирования целыми массивами независимых данных. Характерным представителем данного направления является семейство векторно-конвейерных компьютеров CRAY.

*Массивно-параллельные компьютеры с распределенной памятью* создаются с использованием серийных микропроцессоров со своей локальной памятью, объединенных с помощью некоторой коммуникационной среды. Применение относительно недорогих серийных микропроцессоров позволяет гибко изменять конфигурацию и производительность системы в зависимости от потребностей и возможностей (финансы, время и т.п.). Недостатком компьютеров данного класса является то, что взаимодействие между отдельными процессорами происходит гораздо медленнее, чем локальная обработка данных этими процессорами. Поэтому существуют трудности в написании эффективных программ для таких компьютеров. Для некоторых алгоритмов иногда это сделать просто невозможно. К данному классу можно отнести компьютеры Intel Paragon, IBM SP, CRAY T3D/T3E и другие.

*Параллельные компьютеры с общей памятью* характеризуются тем, что вся оперативная память таких компьютеров разделяется несколькими одинаковыми процессорами. Это решает проблемы систем с распределенной памятью, однако приводит к появлению других. По техническим причинам количество процессоров, имеющих доступ к общей памяти, ограничено. В данное направление входят многие современные многопроцессорные SMP-серверы или отдельные узлы компьютеров HP Exemplar и Sun StarFire.

Наиболее перспективным направлением в настоящее время является создание *кластерных систем*, появившихся в середине 90-х годов XX века, как альтернатива дорогостоящим суперкомпьютерам. Это направление, строго говоря, не является самостоятельным, а скорее представляет собой комбинации предыдущих трех.

*Сетевой кластер* – совокупность компьютеров, объединенных в рамках локальной вычислительной сети (ЛВС) и способных работать в качестве единого вычислительного ресурса. Дополнительно предполагается, что для кластера обеспечивается более высокая надежность и эффективность, нежели для ЛВС, и существенно более низкая стоимость в сравнении с другими типами параллельных вычислительных систем за счет использования типовых аппаратных и программных решений. Именно это сочетание объясняет быстрый рост популярности сетевых кластеров у пользователей высокопроизводительной вычислительной техники.

Сетевой кластер состоит из вычислительных узлов, работающих в рамках общей коммуникационной среды для обмена данными [2]. В качестве вычислительных узлов обычно используются недорогие и доступные однопроцессорные компьютеры, двухпроцессорные и четырехпроцессорные SMP-серверы. Каждый узел работает под управлением своей копии операционной системы (ОС). Чаще всего при этом выбираются стандартные операционные системы: Windows NT, Linux, Solaris и другие. При этом вычислительные узлы не обязательно должны быть однотипными, кластерная система может быть и неоднородной, объединяя в себе компьютеры различной архитектуры и разной мощности. Основные характеристики (масштаб и используемые технологии) наиболее интересных современных зарубежных сетевых кластеров представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные характеристики современных сетевых кластеров

Проект / организация	Кол-во узлов	Конфигурация узла	Кол-во CPUs	Сеть	Операц. система
Avalon / LANL	140	Alpha 21164/533 MHz, 256 MB RAM, 3.2 GB HDD	140	Fast Ethernet + Gigabit Ethernet	Linux
AC3 Velocity / CTC	64	DELL PowerEdge - 4x Pentium III Xeon/ 500MHz, 4GB RAM, 54GB HDD	256	cLAN	Windows NT/2000
Roadrunner / ANPCC	64	2xPentium II/450MHz, 512MB RAM, 6.4GB HDD	128	Myrinet	Linux
NT Supercluster / NCSA	64	2x HP Kayak XU, Pentium III/450MHz и Pentium II/300MHz	128	Myrinet	Windows NT
PSC / Paderborn Uni.	96	SNI Primergy - 2x Pentium II/450MHz, 512 MB RAM, 4 GB HDD	192	SCI (Dolphin)	Solaris 2.6
Pathforward / LANL	128	Alpha EV6/500MHz, 1GB RAM	256	Qnet (Quadrics)	Tru64 UNIX
Cplant / Sandia	400	Digital Personal Workstation 500a - Alpha/500MHz, 192 MB RAM, без диска	400	Myrinet	Linux

Из приведенной таблицы видно, что существует большое разнообразие вариантов построения сетевых кластеров. Примером традиционного одномерного кластера может являться несколько однопроцессорных компьютеров, связанных локальной 10-мегабитной сетью Ethernet (кластер Beowulf). С другой стороны, кластером является и вычислительная система, созданная в рамках проекта Cplant в Национальной лаборатории Sandia: 400 рабочих станций на базе процессоров Alpha, связанных высокоскоростной сетью Myrinet. Выбор той или иной архитектуры определяется классом решаемых задач.

При проектировании и масштабировании как сетевых кластеров, так и ЛВС, разработчики стремятся обеспечить наиболее полное соответствие системы своему назначению. Степень соответствия кластера своему назначению определяет его *эффективность*. Для сетевых кластеров эффективность не удается определить одной величиной, и поэтому ее представляют набором величин, характеризующих систему. К основным характеристикам сетевого кластера следует отнести его производительность, время реакции на запрос, надежность и стоимость.

Одним из основных этапов в процессе выбора архитектуры сетевого кластера является анализ эффективности его функционирования. Любые решения, связанные с выбором той или иной архитектуры, основываются на характеристиках отдельных компонентов или общих показателях эффективности функционирования сетевого кластера.

Большинство разрабатываемых сетевых кластеров обычно проходят поэтапное оценочное тестирование с целью выяснения их эксплуатационных характеристик:

- оценка эффективности каждого вычислительного узла и эффективности межузловых взаимодействий на нижнем уровне программных сетевых средств производится с использованием тестов NPВ и Linpack, тестов записи, копирования и чтения;
- оценка эффективности реализации MPI включает в себя измерение времени передачи сообщения нулевой длины, времени задержки, пропускной способности;
- оценка эффективности на задачах пакета NPВ характеризует производительность, приходящуюся на один процессор вычислительного узла кластера.

Эти испытания с использованием эталонных пакетов тестов дают точную оценку характеристик функционирования рассматриваемого кластера. Однако при этом необходимо, чтобы имела реальная реализация того сетевого кластера, который нужно проверить. В том случае, когда необходимо дать оценку нескольким вариантам архитектуры, данный подход оказывается экономически неприемлемым. Поэтому целесообразно воспользоваться теоретическими методами, в частности, математическим моделированием, чтобы еще на стадии проектирования кластера оценить эффективность предлагаемых решений.

Математическое моделирование представляет абстрактное описание объекта с помощью совокупности математических соотношений. Однако в этом случае требуется обосновать адекватность созданной модели объекту исследования. В зависимости от способа определения характеристик модели математическое моделирование разделяют на аналитическое и имитационное. Аналитическое моделирование предполагает преобразование математической модели в совокупность соотношений, выражающих зависимость искомых показателей от входных параметров модели. В случае имитационного моделирования моделью является алгоритм функционирования объекта, а получение показателей осуществляется путем многократного испытания этого алгоритма с последующей статистической обработкой результатов.

Оба способа математического моделирования обладают достоинствами и недостатками и в соответствии с ними находят свое применение. Однако для выбора архитектуры сетевого кластера более целесообразным представляется использование метода аналитического моделирования, так как если найден способ аналитического расчета основных характеристик эффективности кластера, то получение требуемых показателей при различных значениях входных параметров не представляет трудностей. Это приводит к тому, что затраты на аналитическое моделирование при исследовании различных вариантов архитектуры в десятки и даже сотни раз ниже, чем на имитационное моделирование.

Чтобы оценить эффективность функционирования кластера предлагаемой архитектуры, необходимо сравнить его с традиционным одномерным кластером. Для проведения такого исследования предлагается использовать математический аппарат теории очередей,

поскольку подавляющее большинство известных аналитических моделей локальных вычислительных сетей строится на базе сетей массового обслуживания (СеМО) [3].

На рис.1 представлен одномерный кластер с топологией *шина*. Шина отличается высокой надежностью. Общий кабель и блок доступа довольно просты по конструкции и поэтому имеют высокие характеристики надежности. Шина обеспечивает универсальное подключение вычислительных узлов, любой из которых может обмениваться через нее данными с любыми другими вычислительными узлами. Кроме того, шина дает возможность одновременно посылать сообщения от любого вычислительного узла всем остальным, что бывает крайне необходимо при решении ряда задач. Шина обеспечивает минимальный расход кабеля. Сети с конфигурацией типа шина уязвимы в отношении физических повреждений кабеля. Единственный разрыв в кабеле может привести к потере работоспособности всего кластера.

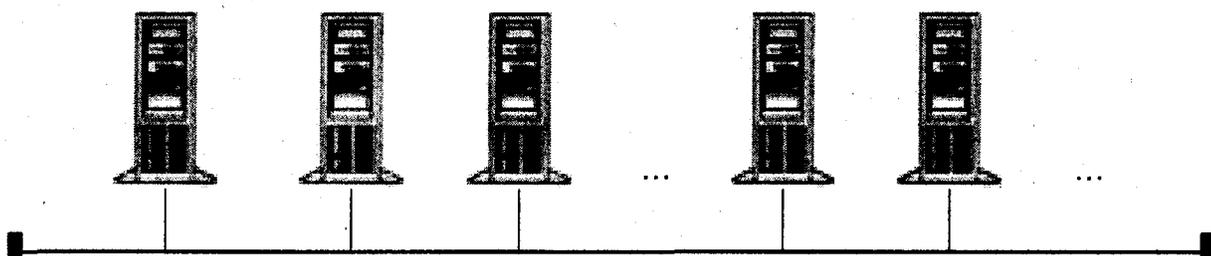


Рисунок 1 – Пример одномерного кластера

Предположим, что рассматриваемый сетевой кластер состоит из  $m$  однородных вычислительных узлов, основные параметры которых идентичны для используемой архитектуры. Все узлы связаны локальной сетью Ethernet [4].

В модели СеМО потоки данных, генерируемые каждым вычислительным узлом, могут быть представлены набором вероятностно-временных характеристик.

1. Вероятность того, что вычислительный узел имеет одно или более сообщений, которые нужно передать в соответствующий буфер вывода, подчиняется экспоненциальному закону распределения:

$$q_i = 1 - e^{-\lambda_i \cdot \tau_{proc}}, \quad (1)$$

где  $\lambda_i$  [пакет/с] – интенсивность потока данных от  $i$ -ого вычислительного узла,  $\tau_{proc}$  – среднее время обработки сообщения в канале связи.

2. Общая интенсивность потока данных, циркулирующих по каналу связи, складывается следующим образом:

$$\Lambda = \sum_{i=1}^m \lambda_i, \quad (2)$$

3. Сообщение или поток запросов данных из вычислительных узлов, соединенных с каналом, будет обработан с интенсивностью  $\mu$  [пакет/с].

4. Фактический коэффициент загрузки  $\rho$  общего канала связи кластера складывается из двух различных компонентов и определяется отношением (3). Заметим, что при этом  $0 \leq \rho \leq 1$ .

$$\rho = \frac{\Lambda}{\mu} + \rho_{coll}, \quad (3)$$

Первая составляющая описывает эффективное движение на канале связи, которое происходит от потоков данных, поставляемых вычислительными узлами кластера.

Вторая составляющая учитывает особенности случайного метода доступа Carrier-Sense Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD) в канал связи и описывает дополнительную загрузку от потока заявок, возникающего за счет возникновения конфликтов (коллизий) при одновременном обращении абонентов к моноканалу. Эта составляющая определяется следующим образом:

$$\rho_{coll} = \frac{\Lambda}{\mu_{coll}} \cdot P_{coll}, \quad (4)$$

где  $\mu_{coll}$  [1/сек] – интенсивность процесса восстановления канала связи после конфликта,  $P_{coll}$  – вероятность возникновения конфликта в канале связи.

В вычислительных сетях, работающих по схеме обнаружения коллизий, происходит непрерывное прослушивание сети. При необходимости передачи данных вычислительный узел должен дождаться освобождения канала связи, и только после этого он может приступить к передаче. Однако в этом случае передача сообщений может начаться одновременно двумя или более вычислительными узлами. Это и называется конфликтом (коллизией). Вероятность  $P_{coll}$  для физического столкновения данных в однополосном канале связи зависит от вероятности того, что два или более узла захотят передать сообщения.

Если  $k$  – количество активных вычислительных узлов, имеющих данные для передачи по каналу связи, то вероятность возникновения конфликта является дискретно распределенной и может быть описана уравнением 5.

$$P_{coll} = P(k \geq 2) = 1 - P(k = 0) - P(k = 1). \quad (5)$$

Две вероятности случаев, когда ни один из  $m$  вычислительных узлов  $P(k = 0)$  или только один узел  $P(k = 1)$  является активным в канале связи, могут быть оценены, используя соотношение 6 и 7:

$$P(k = 0) = \prod_{i=1}^m (1 - q_i). \quad (6)$$

$$P(k = 1) = \sum_{j=1}^m \left( q_j \cdot \prod_{i \neq j} (1 - q_i) \right). \quad (7)$$

Следовательно, общий коэффициент загрузки канала связи определен уравнением 8:

$$\rho = \frac{\Lambda}{\mu} + \frac{\Lambda}{\mu_{coll}} \cdot \left[ 1 - \prod_{i=1}^m (1 - q_i) - \sum_{j=1}^m \left( q_j \cdot \prod_{i \neq j} (1 - q_i) \right) \right]. \quad (8)$$

5. Среднее время обслуживания сообщения в канале связи  $\tau_{comm}$  рассматриваемого сетевого кластера складывается из двух различных компонентов – среднего времени передачи и среднего времени ожидания и определяется выражением (9):

$$\tau_{comm} = \tau_{proc} + \tau_{wait}, \quad (9)$$

где  $\tau_{proc}$  – среднее время передачи сообщения по каналу связи вычисляется как:

$$\tau_{proc} = \frac{\rho}{\Lambda} = \frac{1}{\mu}. \quad (10)$$

Среднее время ожидания  $\tau_{wait}$  представляет время, когда сообщение должно ожидать выхода в канал при передаче между двумя вычислительными узлами или вычислительным узлом и соответствующим маршрутизатором.

Среднее время обработки сообщения  $\tau_{comm}$  (время ожидания освобождения канала связи и время прохождения сообщения через канал) может быть вычислено:

$$\tau_{comm} = \frac{1}{\mu \cdot \left(1 - \frac{\Lambda}{\mu}\right)} = \frac{1}{\mu \cdot (1 - \rho)}. \quad (11)$$

Предложенный набор соотношений (1)–(11) позволяет оценить вероятностно-временные показатели эффективности функционирования одномерного кластера простой топологии. Эффективность архитектуры сетевых кластеров более сложных топологий (квадратная решетка, кубическая решетка, 2D тор, 3D тор и т.п.) может быть оценена с использованием аналогичных аналитических расчетных формул, что позволит сделать выбор среди различных вариантов, уменьшив в десятки раз затраты на создание прототипов таких кластеров или на имитационное моделирование.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Воеводин, В.В. Параллельные вычисления [Текст] / В.В. Воеводин, Вл.В. Воеводин. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. – 608 с.
2. Воеводин, Вл.В. Вычислительное дело и кластерные системы [Текст] / Вл.В. Воеводин, С.А. Жуматий. – М.: Изд-во МГУ, 2007. – 150 с.
3. Клейнрок, Л. Вычислительные системы с очередями [Текст] / Л. Клейнрок. – М.: Мир, 1979. – 600 с.
4. Климанов, В.П. Локальные вычислительные сети [Текст]: учебное пособие / В.П. Климанов. – М.: МГТУ «Станкин», 2001. – 78 с.

**Быстрикова Валерия Александровна**

Доцент кафедры «Информационные системы»

Московский государственный технологический университет «Станкин», г. Москва

Тел.: +7(499)972-94-27

E-mail: bystr@stankin.ru

УДК 621.391.814.2

ВОЙЦЕХОВСКИЙ А.И.

## ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ СЕТЕЙ СВЯЗИ

This article is about account of stability of a communication network. The article is useful to people interested in the problems of communication networks and switching systems.

Функционирование сетей связи в интересах обеспечения процесса управления производством, организацией, регионом и т. п. происходит в различных, как правило, мешающих условиях. При этом на сеть связи и ее элементы (узлы, линии) воздействуют дестабилизирующие факторы, различные по природе происхождения и характеру проявления. Устойчивость сети связи в конкретных условиях функционирования является одним из основных свойств, характеризующих качество предоставляемых сетью услуг связи. Настоящая статья посвящена вопросам оценки устойчивости сетей связи.

**Определение.** Под устойчивостью сети связи понимают способность сети связи выполнять заданные функции в установленном объеме с требуемым уровнем качества в течение определенного периода или в произвольный момент времени при воздействии различных дестабилизирующих факторов [1].

Устойчивость сети связи определяется тремя группами факторов (рисунок 1):

Потоки вызовов от пользователей на предоставление различных услуг связи  $Q(t)$ .

Дестабилизирующие факторы, создающие поток дестабилизирующих воздействий

$W(t)$ .

Стабилизирующие воздействия  $U(t)$ .

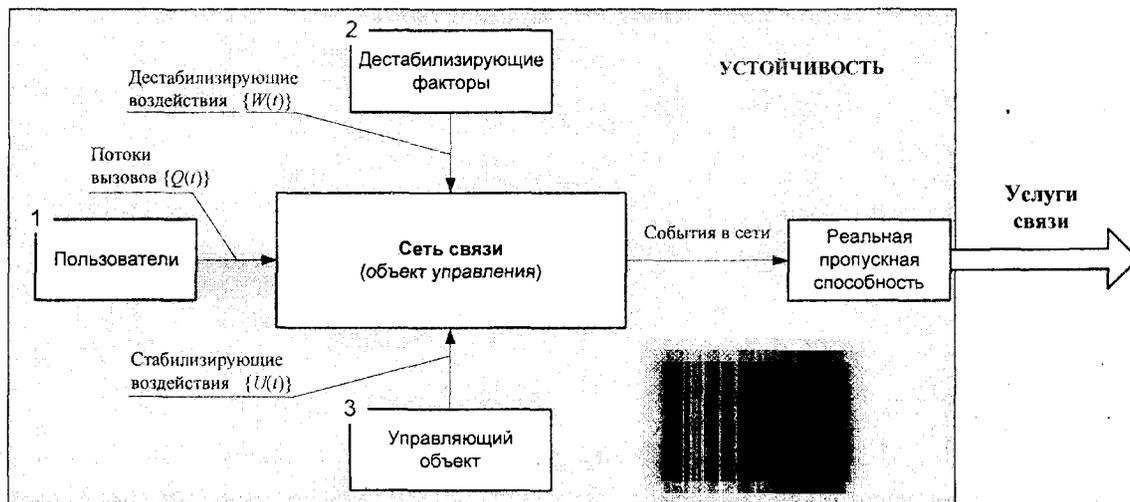


Рисунок 1 – Факторы, определяющие устойчивость сети связи

Различные по природе возникновения дестабилизирующие факторы позволяют выделить три категории устойчивости: надежность, помехоустойчивость и живучесть, определяемые условиями функционирования сети связи [1]. Факторы, обусловленные надежностью, нарушениями условий электромагнитной совместимости, непреднамеренными и преднамеренными помехами, воздействуют на сеть связи и ее элементы многократно и характеризуются устойчивой повторяемостью в процессе функционирования сети. Процесс функционирования сети связи с учетом этой группы факторов можно рассматривать

как близкий к стационарному, а их воздействие оценивать вероятностно-временными характеристиками, принятыми в теории надежности.

Факторы, обусловленные живучестью, не обладают устойчивой повторяемостью за время функционирования сети связи и приводят, как правило, к полному разрушению элемента сети или к длительному его восстановлению.

В зависимости от характеристик потока вызовов от пользователей на предоставление услуг связи, условий функционирования сети связи и действий управляющего объекта изменяется реальная пропускная способность сети и ее элементов, что влияет на качество предоставляемых услуг связи.

Устойчивость характеризует способность сети выполнять заданные функции в условиях дестабилизирующих воздействий за счет устойчивости отдельных элементов сети и сети связи в целом, а также за счет эффективного управления сетью. Таким образом, в зависимости от характера проявления дестабилизирующих факторов можно выделить объектовую (элементную), структурную и функциональную составляющие понятия устойчивости. При этом каждая из составляющих устойчивости, в зависимости от условий функционирования сети связи, может характеризоваться живучестью, надежностью и/или помехоустойчивостью.

Объектовая (элементная) устойчивость характеризует способность отдельного элемента сети связи (узла, линии) выполнять заданные функции при воздействии различных дестабилизирующих факторов. В качестве интегрального показателя объектовой устойчивости принимается вероятность сохранения работоспособного состояния  $P^o$  объекта (элемента) сети связи:

$$P^o = P_{\text{выж}} \cdot P_n \cdot P_{\text{пу}}, \quad (1)$$

где  $P_{\text{выж}}$  ( $P_n, P_{\text{пу}}$ ) – вероятность исправной работы объекта (элемента) сети связи, определяемая условиями функционирования – соответственно живучестью, надежностью, помехоустойчивостью.

Необходимо отметить, что при расчете объектовой (элементной) устойчивости основным показателем живучести является условная вероятность выживания элемента сети связи в предположении, что воздействие дестабилизирующего фактора на элемент сети связи состоялось:

$$P_{\text{выж}}^o = P(U_p \geq U_p^{\text{тр}}), \quad (2)$$

где  $U_p, U_p^{\text{тр}}$  – сохранившийся после воздействия дестабилизирующего фактора и минимально заданный уровни работоспособности элемента сети связи соответственно.

Структурная устойчивость характеризует способность сети связи выполнять заданные функции при воздействии различных дестабилизирующих факторов за счет разветвленности ее структуры. Для оценки структурной устойчивости сети используют такие показатели, как количество остовых деревьев, линейные функционалы связности, среднюю длину маршрута и др. Наиболее корректным является показатель, характеризующий предельные возможности создаваемого варианта сети связи по обеспечению связности между соответствующими элементами сети – вероятность связности  $P_{\text{св}}$  заданной пары узлов, определяемая как вероятность наличия хотя бы одного возможного пути прохождения каналов между ними в сети связи, когда для обмена информацией могут быть использованы все возможные пути установления соединения.

При расчете структурной устойчивости показателем объектовой (элементной) живучести выбирается уже безусловная вероятность выживания  $P_{\text{выж}}^o(\Delta t)$  элемента сети связи:

$$P_{\text{выж}}^o(\Delta t) = P_{\text{пв}}(\Delta t) \cdot P_{\text{выж}}^o, \quad (3)$$

где  $P_{\text{пв}}(\Delta t)$  – вероятность того, что в течение промежутка времени  $\Delta t$  элемент сети связи подвергается воздействию предполагаемого дестабилизирующего фактора.

Функциональная устойчивость характеризует способность сети связи выполнять свои задачи по передаче сообщений за счет мер со стороны системы управления, позволяющих восстановить пропускную способность между заданной парой узлов, т. е. за счет стабилизирующих воздействий. Снижение пропускной способности направлений связи в результате воздействия различных дестабилизирующих факторов влечет появление перегрузки на данном направлении. Стабилизирующие воздействия могут быть направлены на перераспределение ресурсов сети, строительство новых или восстановление поврежденных элементов (объектов) связи.

Существует несколько способов борьбы с перегрузками в сетях связи за счет перераспределения ресурсов сети [3].

Основные способы реализуются протоколами транспортного, сетевого и канального уровней ЭМВОС. Основными из способов являются управление потоками данных от пользователей на предоставление услуг связи, включая повторную передачу и определение тайм-аута, подтверждения о приеме, и маршрутизация, включая определение очередей и порядка обслуживания.

Таким образом, процессы управления потоками данных и маршрутизации позволяют на основе оставшегося после воздействия дестабилизирующего фактора физического ресурса сети связи сформировать логическую структуру сети для передачи сообщений пользователей, а оценка их эффективности определяет уровень функциональной устойчивости сети связи.

Для оценки функциональной устойчивости можно использовать следующие группы показателей, характеризующие указанные процессы:

- период обновления информации о маршрутах в сети и о наличии перегрузок на направлениях связи;
- ресурсы сети связи (время, пропускная способность, время работы объекта управления (центрального процессора)), расходуемые на передачу и обработку данной информации.

Для отражения вклада процессов обеспечения устойчивости (защищенности элементов, разветвленности структуры, системы управления) в формирование логической структуры сети связи можно использовать уровень реальной пропускной способности, выраженный в показателе своевременности связи:

$$Y^{\text{реал}} = P_{\text{св}} = P\left[(t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}M} + t_{\text{раз}}) \leq (t_{\text{уст}}^{\text{тп}} + t_{\text{пер}M}^{\text{тп}} + t_{\text{раз}}^{\text{тп}})\right], \quad (4)$$

где  $P_{\text{св}}$  – вероятность того, что время установления (разъединения) связи (при необходимости) и время передачи заданного объема сообщений не превысят требуемых значений;

$t_{\text{уст}}$ ,  $t_{\text{раз}}$  – соответственно время установления (разъединения) связи (при необходимости);

$t_{\text{пер}M}$  – время передачи заданного объема ( $M$ ) сообщений;

$t_{\text{уст}}^{\text{тп}}$ ,  $t_{\text{пер}M}^{\text{тп}}$ ,  $t_{\text{раз}}^{\text{тп}}$  – соответствующие требуемые значения.

Кроме показателя своевременности, для оценки качества связи могут быть использованы другие показатели, например, показатель достоверности и др.

На рисунке 2 представлена формализованная последовательность, которая составляет сущность оценки устойчивости сети связи.

Оценка устойчивости сетей связи включает следующие этапы:

- задание исходных данных (количество абонентов и их требования к услугам сети связи, граф сети связи, пропускная способность элементов и др.);

- определение показателей элементной устойчивости (живучесть, помехоустойчивость, надежность);
- формирование направлений связи между узлами сети, оценка структурной устойчивости (устойчивости направлений связи);
- описание алгоритма коммутации и алгоритма установления соединений (маршрутизации), алгоритма управления потоками данных от пользователей, применяемых в исследуемой сети связи, оценка эффективности данных алгоритмов;
- оценка качества услуг связи.

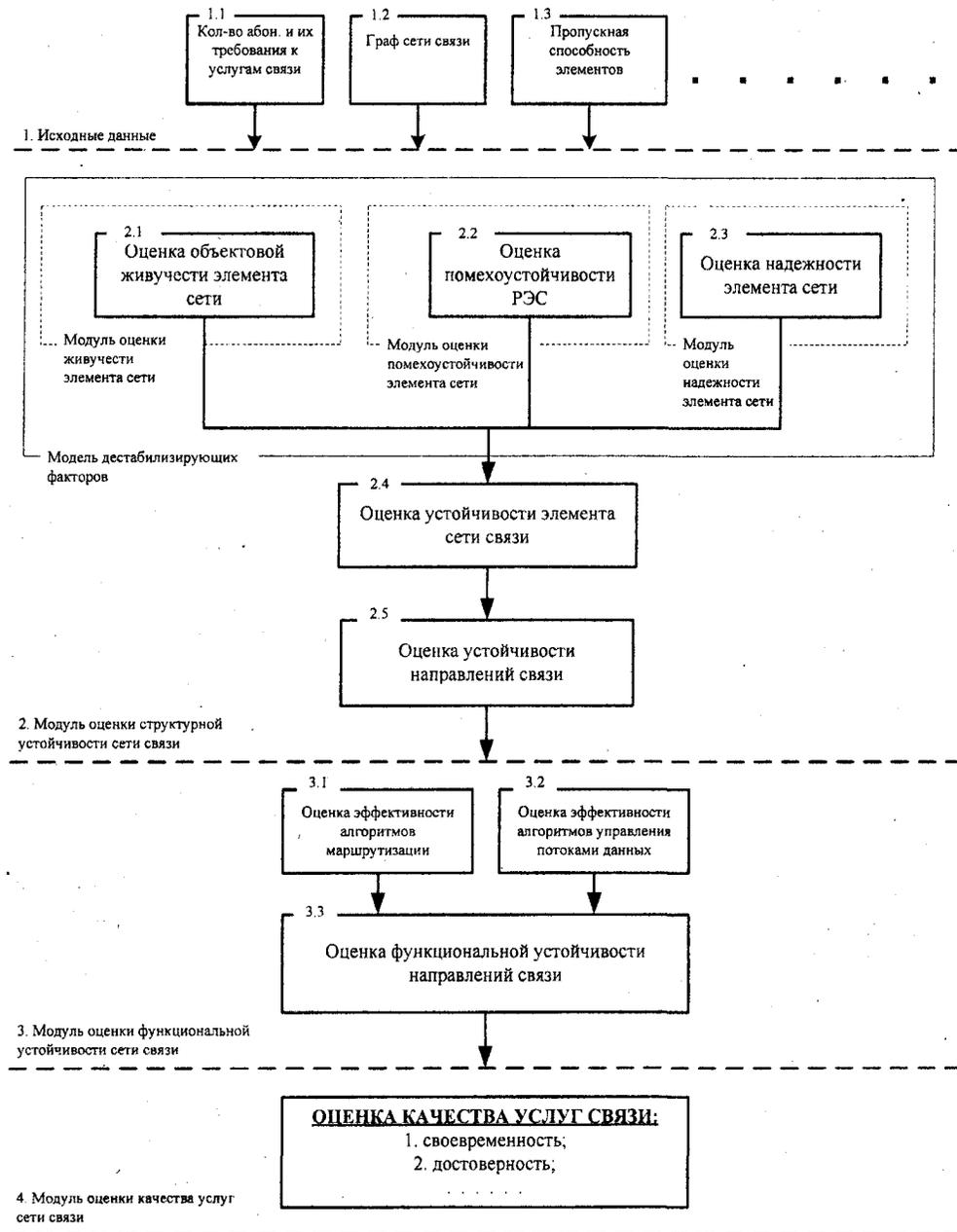


Рисунок 2 – Формализованная последовательность оценки устойчивости сети связи

Для моделирования процессов управления потоками данных и маршрутизации в зависимости от этапов, соответствующих числу воздействий дестабилизирующих факторов, удобно использовать дискретные модели оценки устойчивости сетей связи.

В дальнейшем работа будет проводиться в направлении конкретизации моделей дестабилизирующих факторов, определения совокупности показателей качества услуг связи и требований к ним, описания и анализа алгоритмов коммутации, установления соединения, управления потоками данных, разработки методики определения эффективности использования возможностей остаточного ресурса сети связи.

Предложенная последовательность оценки устойчивости сети связи позволит предъявить требования к сети связи, реализация которых обеспечит свойство устойчивости на заданном уровне при заданных затратах и других ограничениях, а также может применяться при реконструкции или развитии сети связи, разработке стратегий управления сетью связи и оценке качества услуг связи в экстремальных условиях функционирования сети.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ломовицкий, В.В. Основы построения систем и сетей передачи информации [Текст]: учебное пособие для вузов / Ломовицкий В.В [и др.]; под. ред. В. М. Щекотихина. – М.: Горячая Линия–Телеком, 2005. – 382 с.: ил.
2. Исаков, Е.Е. Технологические проблемы построения транспортных сетей систем военной связи [Текст] / Е.Е. Исаков. - СПб: 2004. – 238 с.
3. Таненбаум, Э. Компьютерные сети [Текст] / Э. Таненбаум. - 4-е изд. Серия "Классика computer science"– СПб.: Питер, 2007. – 992 с.: ил.

**Войцеховский Антон Игоревич**  
Адъюнкт  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: 8-906-664-31-17  
E-Mail: a23207@rambler.ru

УДК 519.876.3:004

ГЛАДКИХ А.П.

## МЕТОД ВЕРОЯТНОСТНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОАДРЕСНОЙ РАССЫЛКИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ

The article describes the using of multicast transfer in computer networks. It is consider the mechanism of reception physical or MAC-address of unit on the basis of the appointed IP-address of group transfer, and also the possible problems arising at it and consisting in occurrence of some duality of addresses. In article the method of estimating possible concurrence of addresses on the basis of probable representation of process is offered. The analysis of conditions for normal (is made at unequivocal conformity IP and MAC addresses) functioning of a network with using of multicast transfer is made.

Известно, что многоадресная рассылка позволяет группе получателей принимать сообщения от одного источника. При этом предполагается отправка сообщений на адреса группы многоадресной рассылки или адреса групповой рассылки.

Пользователь или получатель подписывается на определенную группу многоадресной рассылки и становится участником этой группы. После этого многоадресные пакеты IP, содержащие данный групповой адрес в поле назначения в заголовке пакета, поступают на узел-получатель и обрабатываются им.

Механизм многоадресной передачи заключается в использовании специального класса адресов, описанного в [1]. При многоадресной рассылке физический адрес или MAC-адрес устройства генерируется на основе IP-адреса групповой рассылки. Далее мы перейдем к рассмотрению непосредственно данного механизма получения MAC-адреса.

MAC-адрес представляет собой в данном случае 48-разрядный адрес (6 байт), однако кадр MAC многоадресной рассылки имеет стандартный префикс из 24 разрядов. Этот префикс используется для всех адресов многоадресной рассылки. При этом остаются еще 24 бита для создания MAC-адреса для многоадресной рассылки. При генерации MAC-адреса 25-й (или старший) бит приравнивается к 0. В итоге остается 23 бита свободных для генерации MAC-адреса. А значит при отображении 28 разрядов IP адреса групповой рассылки в 23 свободных разряда MAC-уровня 5 битов не будут участвовать в отображении. Получается совпадение  $2^5$ , или 32 IP адреса для каждого 1-го адреса уровня 2. Подобное совпадение может привести к нежелательным последствиям. Например, компьютер, подписанный на одну группу многоадресной рассылки, может получать данные другой группы вследствие совпадения адреса групповой рассылки на уровне 2. Это может быть небезопасно, а также приводит к появлению дополнительных издержек и прерываниям процессора на узлом компьютере.

Далее предлагается вероятностный метод анализа возможной двойственности адресов. Пусть  $B$  - конечное множество адресов многоадресной рассылки уровня 3  $b_i \in B, i=1..N$ ,  $A$  - конечное множество адресов многоадресной рассылки уровня 2  $a_j \in A, j=1..M$ . Требуется определить возможную вероятность совпадения адресов на уровне MAC при  $n$  возможных назначениях IP адресов групповой рассылки.

Так как каждому MAC-адресу соответствует 32 IP адреса, то будем считать, что  $B_k$  - множество IP адресов  $b_l \in B_k, l=1..32$  при разрешении совпадающих с  $k$ -ым MAC адресом  $a_k$ .

Вероятность появления IP – адреса  $b_i$  из  $B_k$  подмножества есть

$$p_k = \frac{|B_k|}{|B|} \quad (1),$$

где  $|B_k|$  и  $|B|$  - мощность соответственно множеств  $B_k$  и  $B$ .

Пусть  $P(n_1, \dots, n_m)$  - вероятность того, что в  $n = n_1 + n_2 + \dots + n_m$  случаях IP из  $B_1$  назначался  $n_1$ , IP из  $B_2$  назначался  $n_2$ , и т.д., из  $B_m$  -  $n_m$  раз. Тогда  $P(n_1, \dots, n_m)$  может быть найдена как:

$$P(n_1, \dots, n_m) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_m!} p_1^{n_1} p_2^{n_2} \dots p_m^{n_m} \quad (2),$$

где  $p_1, p_2, \dots, p_m$  - представляют вероятности назначения IP-адреса из, соответственно, подмножеств  $B_1, B_2 \dots B_m$  и могут быть найдены по формуле (1),  $n, n_1, n_2, \dots, n_m$  - целые неотрицательные числа. Таким образом, мы можем определить вероятность появления некоторого расклада  $n_1, \dots, n_m$  IP-адресов при  $n$  назначениях  $b_i$ -адреса из множества адресов многоадресной рассылки  $B$ . Если какое-либо  $n_k$  из  $n_1, \dots, n_m$  больше 1, то, следовательно из множества  $B_k$  было назначено более чем 1, а именно,  $n_k$  IP-адресов, и при разрешении в MAC-адрес все эти  $n_k$  адреса будут представлять один и тот же MAC-адрес  $a_k$ . В результате, к примеру, узел с MAC-адресом  $a_k$  будет обрабатывать данные сразу  $n_k$  групп многоадресной рассылки вследствие совпадения адресов групп на уровне MAC.

Распределение  $P(n_1, \dots, n_m)$  представляет собой совместное распределение случайных величин  $\xi_1, \dots, \xi_m$  из, соответственно, подмножеств  $B_1, B_2 \dots B_m$ , что может быть представлено как  $P(\xi_1 = n_1, \dots, \xi_m = n_m)$  (см., например, [2,3]). Распределения каждой из случайных величин  $\xi_1, \dots, \xi_m$  в отдельности или маргинальные распределения могут быть найдены по совместному распределению с помощью формул:

$$P(\xi_k = n_k) = \sum_{j_1=1}^{\infty} \dots \sum_{j_m=1}^{\infty} P(\xi_1 = n_{j_1}, \dots, \xi_k = n_k, \dots, \xi_m = n_{j_m})$$

**Предложение 1.** Распределение  $P(\xi_1 = n_1, \dots, \xi_m = n_m)$  может быть также представлено через функцию распределения  $F_{\xi_1, \dots, \xi_m}(x_1, \dots, x_m) = P(\xi_1 < x_1, \dots, \xi_m < x_m)$  случайных величин  $\xi_1, \dots, \xi_m$  так:

$$P(\xi_1 = n_1, \dots, \xi_m = n_m) = \lim_{x_1 \rightarrow n_1 + 0} \dots \lim_{x_m \rightarrow n_m + 0} F_{\xi_1, \dots, \xi_m}(x_1, \dots, x_m) - F_{\xi_1, \dots, \xi_m}(n_1, \dots, n_m)$$

в соответствии со свойствами функции распределения [2].

*Доказательство.* Рассмотрим доказательство данного предложения при  $m = 2$ , так как при другом  $m$  доказательство аналогично. Тогда потребуется показать следующее равенство:

$$P(\xi_1 = n_1, \xi_2 = n_2) = \lim_{x_1 \rightarrow n_1 + 0} \lim_{x_2 \rightarrow n_2 + 0} F_{\xi_1, \xi_2}(x_1, x_2) - F_{\xi_1, \xi_2}(n_1, n_2)$$

Согласно определению функции распределения, равенство, представленное выше, может быть записано в следующем виде:

$$P(\xi_1 = n_1, \xi_2 = n_2) = \lim_{r \rightarrow \infty} P(\xi_1 < n_1 + \frac{1}{r}, \xi_2 < n_2 + \frac{1}{r}) - P(\xi_1 < n_1, \xi_2 < n_2)$$

И далее, записывая через дискретное распределение:

$$P(\xi_1 = n_1, \xi_2 = n_2) = \lim_{r \rightarrow \infty} \sum_{\alpha_1 < n_1 + \frac{1}{r}} \sum_{\alpha_2 < n_2 + \frac{1}{r}} P(\xi_1 = \alpha_1, \xi_2 = \alpha_2) - \sum_{\alpha_1 < n_1} \sum_{\alpha_2 < n_2} P(\xi_1 = \alpha_1, \xi_2 = \alpha_2)$$

Таким образом, используя (2) получаем:

$$P(\xi_1 = n_1, \xi_2 = n_2) = \lim_{r \rightarrow \infty} \sum_{\alpha_1 < n_1 + \frac{1}{r}} \sum_{\alpha_2 < n_2 + \frac{1}{r}} \frac{n!}{\alpha_1! \alpha_2!} p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} - \sum_{\alpha_1 < n_1} \sum_{\alpha_2 < n_2} \frac{n!}{\alpha_1! \alpha_2!} p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2}$$

или:

$$P(\xi_1 = n_1, \xi_2 = n_2) = \lim_{r \rightarrow \infty} \sum_{n_1 \leq \alpha_1 < n_1 + \frac{1}{r}} \sum_{n_2 \leq \alpha_2 < n_2 + \frac{1}{r}} \frac{n!}{\alpha_1! \alpha_2!} p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2}$$

События  $A_r = \{n_1 \leq \alpha_1 < n_1 + \frac{1}{r}\}$  вложены:  $A_{r+1} = \{n_1 \leq \alpha_1 < n_1 + \frac{1}{r+1}\} \subseteq A_r = \{n_1 \leq \alpha_1 < n_1 + \frac{1}{r}\}$  для любого  $r \geq 1$ . При  $r \rightarrow \infty$  пересечение событий  $\bigcap A_r \rightarrow A = \{n_1\}$ . Аналогично рассуждая для события  $\{n_2 \leq \alpha_2 < n_2 + \frac{1}{r}\}$  получим, что:

$$\lim_{r \rightarrow \infty} \sum_{n_1 \leq \alpha_1 < n_1 + \frac{1}{r}} \sum_{n_2 \leq \alpha_2 < n_2 + \frac{1}{r}} \frac{n!}{\alpha_1! \alpha_2!} p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} \rightarrow \sum_{\alpha_1 = n_1} \sum_{\alpha_2 = n_2} \frac{n!}{\alpha_1! \alpha_2!} p_1^{\alpha_1} p_2^{\alpha_2} = \frac{n!}{n_1! n_2!} p_1^{n_1} p_2^{n_2} = P(\xi_1 = n_1, \xi_2 = n_2)$$

что и требовалось доказать.

Рассмотрим далее вариант, предполагающий нормальное функционирование адресной сети при групповой рассылке. Для этого, очевидно, необходимо, чтобы каждому назначаемому адресу уровня 3 соответствовал бы при разрешении такой MAC-адрес, который не участвует до сих пор ни в одном другом соответствии IP-MAC назначенных IP-адресов многоадресной рассылки.

Для реализации озвученного выше, необходимо, чтобы  $|B_k| \rightarrow 1$  и  $0 \leq n_k \leq 1$ . Кроме того, т.к. число  $n$  может быть различным, рассмотрим вариант, когда оно принимает максимальное или близкое к максимальному значения. В этом предположении допустим, что  $n \rightarrow \max$ . Тогда, рассматривая полученное нами в формуле (2) выражение при сделанных допущениях:

$$P(n_1, \dots, n_m) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_m!} p_1^{n_1} p_2^{n_2} \dots p_m^{n_m} = \frac{n!}{\underbrace{n_1! n_2! \dots n_m!}_1} \left( \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \\ 1 \\ \left[ \begin{array}{c} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{array} \right]^{n_1} \\ \left[ \begin{array}{c} B_1 \\ | \\ B \end{array} \right] \end{array} \right) \left( \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \\ 1 \\ \left[ \begin{array}{c} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{array} \right]^{n_2} \\ \left[ \begin{array}{c} B_2 \\ | \\ B \end{array} \right] \end{array} \right) \dots \left( \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \\ 1 \\ \left[ \begin{array}{c} 1 \\ \vdots \\ 1 \end{array} \right]^{n_m} \\ \left[ \begin{array}{c} B_m \\ | \\ B \end{array} \right] \end{array} \right) \rightarrow \quad (3)$$

$$n! \left( \frac{1}{|B|} \right)^{n_1 + n_2 + \dots + n_m} \rightarrow n! \left( \frac{1}{|B|} \right)^n = \frac{n!}{|B|^n} = \frac{n!}{N^n}, \quad \text{при } |B_k| \rightarrow 1, \quad n \rightarrow \max, \quad 0 \leq n_k \leq 1$$

где обозначение, например,  $x \rightarrow y$  следует понимать как «значение  $x$  стремится к значению  $y$ ».

Таким образом, при нормальном функционировании адресной сети

$$P(n_1, \dots, n_m) \rightarrow \frac{n!}{N^n}.$$

Возвращаясь назад к распределению  $P(n_1, \dots, n_m)$  в общем случае резонно предположить, что при назначении IP-адреса из некоторого подмножества  $B_k$  вероятность

$p_k^{i+1}$  появления следующего IP-адреса из этого же подмножества  $B_k$  меняется. Она может быть найдена с помощью формулы условной вероятности:

$$p_k^{i+1} = P\{b_{i+1} \cap b_i \in B_k\} = P\{b_{i+1} \in B_k | b_i \in B_k\} P\{b_i \in B_k\} \quad (4),$$

где

$$P\{b_i \in B_k\} = p_k = \frac{|B_k|}{|B|},$$

а

$$P\{b_{i+1} \in B_k | b_i \in B_k\} = \frac{|B_k| - \eta\{b_i \in B_k\}}{|B| - \eta} \quad (5),$$

где  $\eta\{b_i \in B_k\}$  - число назначений, в которых IP-адрес  $b_i$  брался из подмножества  $B_k$ ,  $\eta$  - общее число назначений IP-адресов.

Далее напомним известную в теории вероятности **теорему** ( см., например, [2]).

Для любых событий  $A_1, \dots, A_n$  верно равенство:

$$P(A_1, \dots, A_n) = P(A_1)P(A_2 | A_1)P(A_3 | A_1 A_2) \dots P(A_n | A_1 \dots A_{n-1}),$$

если все участвующие в нем условные вероятности определены.

В силу данной теоремы, формула (2) может быть представлена в следующем виде:

$$\begin{aligned} P(n_1, \dots, n_m) &= \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_m!} \underbrace{p_1}_{n_1} \cdot \underbrace{p_2}_{n_2} \cdot \dots \cdot \underbrace{p_m}_{n_m} = \\ &= \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_m!} p_1^{i=1} p_1^{i=2} \dots p_1^{i=n_1} \cdot p_2^{i=1} p_2^{i=2} \dots p_2^{i=n_2} \dots p_m^{i=1} p_m^{i=2} \dots p_m^{i=n_m} \end{aligned}$$

Откуда, с использованием соотношений (4) и (5), получаем:

$$\begin{aligned} P(n_1, \dots, n_m) &= \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_m!} p_1^{i=1} p_1^{i=1} \frac{|B_1| - 1}{|B| - 1} \dots p_1^{i=1} \frac{|B_1| - n_1 + 1}{|B| - n_1 + 1} \cdot p_2^{i=1} \cdot \\ &\cdot p_2^{i=1} \frac{|B_2| - 1}{|B| - 1 - n_1} \dots p_2^{i=1} \frac{|B_2| - n_2 + 1}{|B| - n_2 + 1 - n_1} \dots p_m^{i=1} p_m^{i=1} \frac{|B_m| - 1}{|B| - 1 - n_1 - n_2 \dots - n_{m-1}} \dots \\ &\cdot p_m^{i=1} \frac{|B_m| - n_m + 1}{|B| - n_m + 1 - n_1 - n_2 \dots - n_{m-1}} \end{aligned}$$

И после дальнейших преобразований:

$$\begin{aligned} P(n_1, \dots, n_m) &= \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_m!} (p_1^{i=1})^{n_1} \frac{|B_1| - 1}{|B| - 1} \dots \frac{|B_1| - n_1 + 1}{|B| - n_1 + 1} (p_2^{i=1})^{n_2} \frac{|B_2| - 1}{|B| - 1 - n_1} \dots \frac{|B_2| - n_2 + 1}{|B| - n_2 + 1 - n_1} \cdot \\ &\cdot (p_m^{i=1})^{n_m} \frac{|B_m| - 1}{|B| - 1 - n_1 - n_2 \dots - n_{m-1}} \dots \frac{|B_m| - n_m + 1}{|B| - n_m + 1 - n_1 - n_2 \dots - n_{m-1}} \end{aligned}$$

Предыдущее выражение, наконец, может быть представлено в более сжатом виде:

$$P(n_1, \dots, n_m) = \frac{n!}{n_1! n_2! \dots n_m!} (p_1^{i=1})^{n_1} (p_2^{i=1})^{n_2} (p_m^{i=1})^{n_m} \prod_{j=1}^{n_1-1} \frac{|B_1| - j}{|B| - j} \prod_{j=1}^{n_2-1} \frac{|B_2| - j}{|B| - j - n_1} \prod_{j=1}^{n_m-1} \frac{|B_m| - j}{|B| - j - n_1 - n_2 \dots - n_{m-1}} \quad (6)$$

В формуле (6) множитель  $\frac{n!}{n_1!n_2!\dots n_m!}$ , как и ранее, представляет число исходов, благоприятных искомому (задаваемому) назначению и отличающихся лишь появлением IP из  $B_1, B_2, \dots, B_m$  при  $n$  назначениях. В окончательном виде, принимая  $p_l^{i=1}$  как  $p_l$  при  $l = 1, \dots, m$ , результат формулы (6) может быть представлен так:

$$P(n_1, \dots, n_m) = n! \prod_{l=1}^m \left[ \frac{1}{n_l!} (p_l)^{n_l} \prod_{j=1}^{n_l-1} \frac{|B_l| - j}{|B_l| - j - \sum_{h=1, h \leq l-1}^{l-1} n_h} \right]. \quad (7)$$

Таким образом, в данной статье были рассмотрены вопросы, связанные с темой многоадресной передачи в IP сетях. Процесс генерации MAC-адреса на основе IP-адреса был рассмотрен с позиций вероятностного подхода. В результате были получены формулы, описывающие многомерное совместное распределение случайных величин, представляющих назначения IP-адресов, рассмотрено исследование с применением с позиций функции распределения случайных величин, а также предложены и проанализированы подходы получения маргинальных распределений данных случайных величин.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Шварц, Дж. CCIE Cisco Certified Internetwork Expert [Текст]: учебное руководство / Дж. Шварц, Т. Леммл. – «ЛОРИ», 2002. – 758 с.
2. Чернова, Н.И. Теория вероятностей [Текст] / Н.И. Чернова. – 2005. – 140 с.
3. Колчин, В.Ф. Случайные графы. [Текст] / В.Ф. Колчин – 2 изд. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. – 256 стр.

**Гладких Александр Петрович**

Аспирант кафедры распределенных вычислительных систем  
Тамбовский государственный технический университет, г. Тамбов  
Тел.: +7 (4752) 63-02-11  
E-mail: gap84@rambler.ru

УДК 681.324

ЕРЕМЕНКО В.Т., ОЗАРЕНКО О.В.

## ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

In the article the exchange data processes carriers with the logical errors formation in automated control systems are examined. The exchange processes simulation model of data carriers is developed. As the simulation medium is selected the system GPSS WORLD. The simulation's results confirmed the developed mechanisms of the correction logical errors.

При исполнении последовательности действий, предписанных любым протоколом, имеют место различные ошибки. Основная их масса связана с несовершенством технических средств обработки информации. За последний период они изучены достаточно хорошо в рамках теории надежности. Более того, успехи в области микроэлектроники позволяют создавать технические средства с достаточно большими значениями наработки на отказ. Другой класс ошибок связан с некорректным описанием процедур и асинхронностью процессов обработки сообщений информационного обмена в телекоммуникационной среде автоматизированной системы управления (АСУ). Такие ошибки получили название логических ошибок [1]. Математические модели возникновения ошибок рассмотрены в работах [1,2,3]. На основе этих работ создана имитационная модель. В качестве среды моделирования выбран GPSS World.

С интенсивностью  $\Lambda$  сообщений/секунду в исходный участок сети, изображенный на рисунке 1, поступают сообщения, состоящие из  $N$  пакетов размером  $S_1$  байт. Пропускная способность трех каналов, соответственно,  $L_1, L_2, L_3$  мбит/с. Имеются два маршрутизатора емкостью  $Q_1$  и  $Q_2$  килобайт. После доставки пакета получатель отправляет квитанцию размером  $S_2$ . С вероятностью  $P$  происходит ошибка, в результате чего включается механизм медленного старта и механизм коррекции ошибок.

В задаче модель процессов информационного обмена представляет собой систему массового обслуживания, куда входят: один транзакт, включающий шесть очередей, три многоканальных устройства, где циркулируют пакеты, а также транзакт, моделирующий процессы информационного обмена.

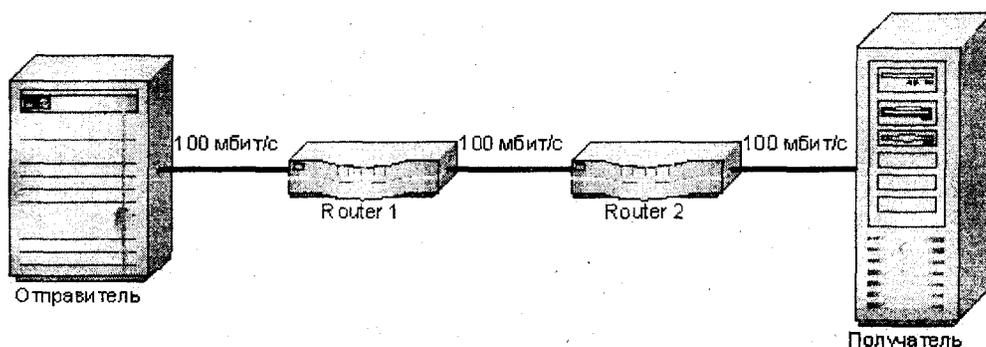


Рисунок 1 – Исходный участок сети

В качестве критерия оценки эффективности функционирования рассматриваемой системы выбраны: относительное число потерь сегментов, коэффициент использования ресурсов.

Процесс моделирования, исходя из выбранных критериев оценки эффективности функционирования процессов информационного обмена, предполагает сбор статистики для оценки характеристик функционирования объекта. Для правильного получения

результатов были обработаны различные данные [2,4,5]. Исходные данные приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные для моделирования

$\Lambda$	$N$	$S_1$	$L_1$	$L_2$	$L_3$	$Q_1$	$Q_2$	$S_2$	$P$
2	25	1500	100	100	100	64	64	24	0.05

Прежде чем перейти к математическому описанию модели, определим параметры системы, переменные. Описание каждого параметра и переменной было дано в следующей форме: определение и краткая характеристика.

Для оценки качества функционирования моделируемой системы заданы следующие коэффициенты:

1. Относительное число потерь сегментов (LOSE) - отношение числа потерянных сегментов к общему числу отправленных сегментов:

$$LOSE = \text{BADPAC} / \text{ALLPACK}, \quad (5)$$

где LOSE – относительное число потерь сегментов;

BADPAC – число потерянных сегментов;

ALLPACK – общее число отправленных сегментов.

2. Коэффициент использования ресурсов (KOEFF) - отношение числа успешно принятых битов к максимально возможному их числу:

$$KOEFF = \text{GOOD} / \text{PRCH}, \quad (6)$$

где KOEFF – коэффициент использования ресурсов;

GOOD – успешно принятые биты;

PRCH – максимально возможное число принятых битов.

Были выдвинуты гипотезы о предлагаемых результатах моделирования. При этом учитывалось следующее: объем информации для решения задач, ожидаемые результаты моделирования.

В рамках рассматриваемого примера моделирования функционирования процессов информационного обмена можно выдвинуть гипотезу о том, что после модификации коэффициент относительного числа потерь сегментов уменьшится, а коэффициент использования ресурсов увеличится за счет ввода управляющих пакетов.

Процессы, происходящие в системе рассматриваемого примера, являются по своей сути процессами обслуживания. Поэтому рационально описать эти процессы на языке Q-схем. Для этого были заданы элементы, составляющие схему, и описан алгоритм ее функционирования, который определяет набор правил поведения заявок в системе в различных ситуациях.

Структурная схема модели функционирования процессов информационного обмена в символике Q-схем представлена на рисунке 8, где обозначено:

$I$  – источник поступления пакетов;

$O$  – отправитель пакетов;

$P$  – получатель пакетов;

$K_1, K_2, K_3, K_4, K_5, K_6$  – каналы передачи данных;

$M_1, M_2$  – маршрутизаторы;

$H_1, H_2, H_3$  – накопители пакетов;

$H_4, H_5, H_6$  – накопители квитанций.

С использованием введенных представлений и обозначений опишем процесс функционирования процессов информационного обмена. Поступление заявок имитируется источником  $I$ . Пакеты поступают отправителю  $O$ , после чего заявки задерживаются в накопителе  $H_1$ , пока не освободится канал передачи данных  $K_1$ . Затем заявки задерживаются в накопителе  $H_2$ , ожидая поступления в маршрутизатор  $M_1$ . После обработки в маршрутизаторе  $M_1$  пакет поступает в канал передачи данных  $K_2$ , а потом в накопитель  $H_3$  и мар-

шпунтизатор  $M2$ . В конечном итоге пакет, после нахождения в канале обслуживания  $K_3$ , приходит получателю  $\Pi$  и он отправляет квитанцию отправителю.

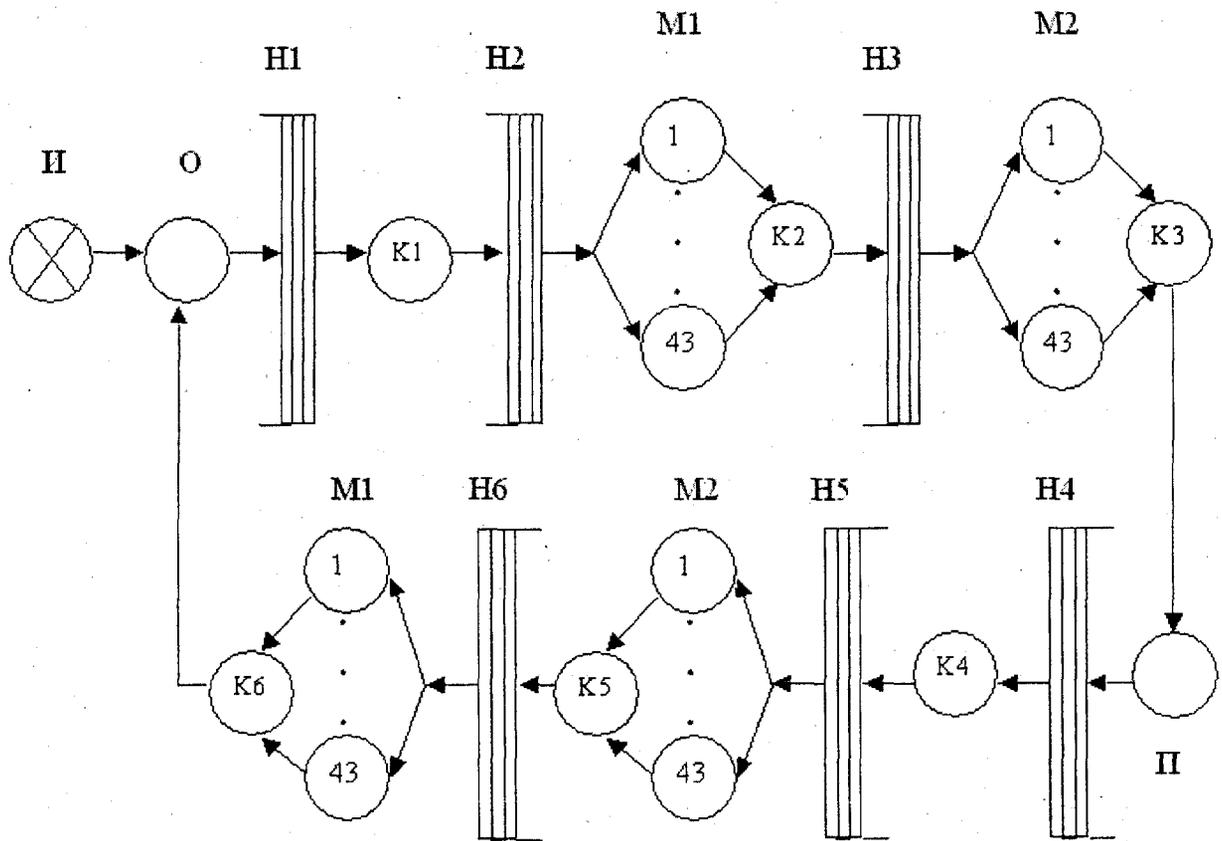


Рисунок 2 – Структурная схема модели процесса функционирования информационного обмена в символической Q-схеме

Результаты позволяют провести анализ и сформулировать выводы о характеристиках процесса функционирования моделируемой системы. При реализации моделирующих алгоритмов выработывалась информация о состояниях процесса функционирования исследуемой системы, которая является исходным материалом для оценки искомых характеристик, полученных в результате имитационного эксперимента с моделью.

Перед проведением рабочих расчетов был составлен план проведения эксперимента с указанием комбинаций переменных и параметров, для которых проводится моделирование. Проведение планирования машинных экспериментов призвано, в итоге, дать возможность получить максимальный объем необходимой информации об объекте моделирования. Были решены частные задачи тактического планирования конкретного машинного эксперимента при уже заданных условиях его проведения и выбранном математическом обеспечении.

В рассматриваемом нами примере исследовались процессы информационного обмена в АСУ до и после модификации. Таким образом, учитывая предположения, можно составить предельно простой план эксперимента, исходя из данных в таблице 1.

По результатам эксперимента были выведены только те данные, которые нужны для проведения дальнейшего анализа. Вычисление статистических характеристик перед выводом результатов позволило свести к минимуму обработку выходной информации после ее выдачи пользователю. Например, при моделировании функционирования процессов информационного обмена вычисление коэффициента относительного числа потерь сегментов производится автоматически в процессе прогона программы. Собранная таким образом информация была выведена наряду с другими статистическими данными.

В рассматриваемом примере моделирования функционирования процессов информационного обмена выходная информация представлена в виде сводной таблицы результатов моделирования (таблица 2).

Анализ представленной информации позволяет сделать некоторые выводы относительно результатов моделирования процесса функционирования процессов информационного обмена.

Таблица 2 – Сводка результатов моделирования информационного обмена

ПАО	Параметр	Результат
До модификации	LOSE	0.066
	KOEFF	0.182
После модификации	LOSE	0.005
	KOEFF	0.190

На основе полученных данных была подтверждена гипотеза о том, что после модификации коэффициент относительного числа потерь сегментов уменьшится, а коэффициент использования ресурсов увеличится за счет ввода управляющих пакетов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Еременко, В.Т. Концепция обнаружения и коррекции логических ошибок в реализациях профилей протоколов безопасности [Текст] / В.Т. Еременко // Телекоммуникации-2003. – № 8. – С. 30-35.
2. Еременко, В.Т. Математическое моделирование процессов информационного обмена в распределенных управляющих системах [Текст]: монография; под общей редакций Константинова И.С. / В.Т. Еременко // М.: Машиностроение-1, 2004. – 224 с.
3. Еременко, В.Т. Проблемы функциональной стандартизации протоколов информационного обмена в распределенных управляющих системах [Текст] / В.Т. Еременко // Известия Орловского государственного технического университета. Серия «Информационные системы и технологии»– № 1. – 2005. – С. 3-7.
4. Олифер Н.А. Средства анализа и оптимизации локальных сетей. [Электронный ресурс] /Н.А. Олифер, В.Г. Олифер// <http://zeus.sai.msu.ru:7000/nets/optimize/index.shtml> – Электрон. текстовые, граф. дан. (10 Кб) : зв., цв.– Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 3.1 или Windows 95; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 4x CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.
5. Средства анализа и оптимизации локальных сетей [Электронный ресурс]. – [http://www.dlink.ru/technology/locnop\\_02.php](http://www.dlink.ru/technology/locnop_02.php) – Электрон. текстовые, граф. дан. (190 Кб) : зв., цв.– Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 3.1 или Windows 95; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 4x CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

#### Еременко Владимир Тарасович

Заведующий кафедрой «ПТЭиВС», профессор, д.т.н.  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(4862) 41-57-65  
E-mail: wladimir@orel.ru

#### Озаренко Олег Викторович

Аспирант кафедры информационных систем  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Тел.: + 7(4862) 43-32-02  
E-mail: ozarenko@mail.ru

ЖОЛНЕРУН А.В.

## ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ЗАЩИТЫ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

The question of illegal access to personal data is considered in article. Existing ways of illegal access prevention and the software used for it are also described.

В наши дни развитие информационных технологий идёт бурными темпами. И при таком уровне интеграции, на данном этапе следует уделять всё большее внимание информационной безопасности, а в частности – защите персональных данных. Аспекты реализации защиты персональных данных возникают практически во всех кампаниях, занимающихся сбором, хранением, передачей и обработкой этих данных. А с учетом того, что многие операторы персональных данных имеют ещё и территориально распределенную структуру своих информационных систем, то возникает ещё очень важный вопрос: «Как правильно организовать защиту данных, передаваемых по сетям общего пользования?» Да и зачастую к корпоративным сетям всё больший доступ получают работники с мобильными устройствами (ноутбуками), а это, в свою очередь, чревато повышением рисков утечки данных через эти каналы [2]. Зачастую, как показывает практика, многие кампании не придают рискам утечки данных особого внимания. И как следствие этого, не многие могут понять, что в их системах происходит утечка персональных данных [3].

Данная ситуация осложняется ещё и тем, что с 27.01.2007 вступил в силу ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЗАКОН от 27.07.2006 N 152-ФЗ «О ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ» (принят ГД ФС РФ 08.07.2006), который обеспечивает защиту прав и свобод человека и гражданина при обработке его персональных данных, в том числе защиту прав на неприкосновенность частной жизни, личную и семейную тайну. В связи с этим операторам персональных данных, для достижения соответствия Федеральному Закону, требуется внедрение новых программных, а зачастую и аппаратных решений, а также принятие организационных мер и проведение модернизации бизнес-процессов компании. Согласно ст. 19 ч.1 оператор «обязан принимать необходимые организационные и технические меры, в т.ч. использовать шифровальные (криптографические) средства для защиты персональных данных» от целого ряда угроз. Среди данных угроз закон выделяет «неправомерный или случайный доступ, уничтожение, изменение, блокирование, копирование, распространение, а также иные неправомерные действия» [1, 2].

Рассмотрим банковскую информационную систему сбора, обработки и хранения персональных данных клиентов, использующую территориально распределенную структуру, представленную на рисунке 1.

В данной системе сбор информации осуществляется на удаленных автоматизированных рабочих местах (УАРМ), потом ведется передача по информационным каналам общего пользования, посредством пересылки по электронной почте (SRV-MAIL). После поступления информации на сервер (SRV-AP), с ней выполняются некоторые процедуры обработки, после которой она заносится в базу данных (SRV-SQL) и хранится длительное время. Так как система банковская, то информация имеет большую ценность и представляет коммерческую тайну в виде реквизитов юридических лиц: счетов, сумм, находящихся на них, а также движения и выполняемые взаиморасчеты между клиентами. Помимо прочего, база данных содержит и персональные данные физических лиц: паспортные данные, телефоны, адреса, родственные связи, данные о материальном положении. Компро-

метаия таких данных может отрицательно сказаться на самих клиентах кредитной организации и на деловой репутации банка, и что самое страшное – инцидент может повлечь лишение лицензии и меру пресечения, в виде уголовной или административной ответственности.

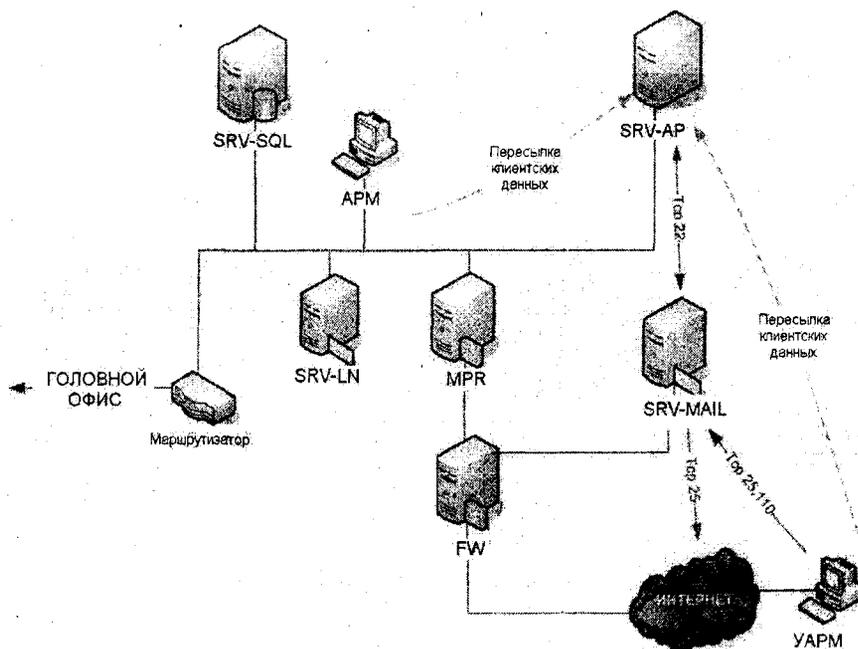


Рисунок 1 – Структура банковской информационной системы

Для соблюдения данных требований на практике было использовано следующее техническое решение:

- 1) Установка пароля на вход в настройки BIOS и пароля на загрузку персонального компьютера (отличного от пароля на доступ к настройкам в BIOS);
- 2) В BIOS запретить загрузку персонального компьютера с дискет и прочих отчуждаемых носителей (оставить только загрузку с жесткого диска);
- 3) Настройка политики безопасности компьютера и политики Active Directory;
- 4) Использование на удаленных рабочих местах операционных систем со встроенной системой разграничения доступа, например, Windows XP SP2;
- 5) Отключить возможность выбора конфигурации операционной системы при загрузке в файле boot.ini;
- 6) Для каждого пользователя создание персонального идентификатора (имени) и пароля на вход в систему;
- 7) Переименование стандартной учетной записи «Администратор»;
- 8) Группу пользователей отнести к обычным (непривилегированным) пользователям;
- 9) Ограничить доступ к реестру, оставив его только для группы администраторов;
- 10) Установить на компьютерах специальное программное обеспечение, гарантирующее целостность технических и программных средств (антивирус Kaspersky Lab, McAfee);
- 11) Включение и настройка брандмауэра;
- 12) Использовать файловую систему NTFS, с включенным шифрованием данных, хранящихся на диске, по алгоритму 3DES, с применением экспорта закрытого ключа на внешний носитель;

- 13) Исключить возможность создания на удаленных рабочих местах разделяемых сетевых ресурсов;
- 14) Отключение возможности удаленного доступа (Telnet, RDP и т.д.) на удаленных рабочих местах;
- 15) Разрешить выполнение только необходимых приложений Windows и плюс: cmd.exe, explorer.exe, iexplorer.exe;
- 16) Создать ярлык на рабочем столе для быстрого запуска хранителя экрана (scrnsave.scr) и установить его (хранителя экрана) защиту паролем;
- 17) В настройках безопасности Internet Explorer'a создать ограничение доступа и создать пароль на изменение списка разрешенных к посещению сайтов;
- 18) Опечатать системные блоки, а также неиспользуемые USB, LPT, COM порты, саморазрушающимися наклейками - стикерами;
- 19) Выполнить запрет на использование USB и других устройств для работы со съемными носителями информации путем внесения изменений в реестре Windows;
- 20) Использовать шифрование данных, передаваемых по каналам и сетям общего пользования.

Но, как показала практика, для соблюдения требований ФЗ «О персональных данных» необходимо обеспечить мониторинг всех операций, которые инсайдеры осуществляют с приватными данными клиентов и служащих, так как по статистике инсайдерские угрозы занимают большую долю от всех остальных факторов риска утечки данных[4]. Следовательно, необходимо введение жёстких политик безопасности, а также установка специального программного обеспечения от фирмы InfoWatch – InfoWatch Enterprise Solution (IES). Продукт IES представляет собой единую централизованную платформу для обеспечения внутреннего контроля над информационными потоками в корпоративной среде. Это достигается путем отслеживания и тщательного протоколирования всех операций над классифицированной информацией, осуществляемых как с помощью рабочих станций и мобильных устройств, так и посредством файловых и почтовых серверов[4]. На рисунке 2 представлена схема работы данного комплексного решения.

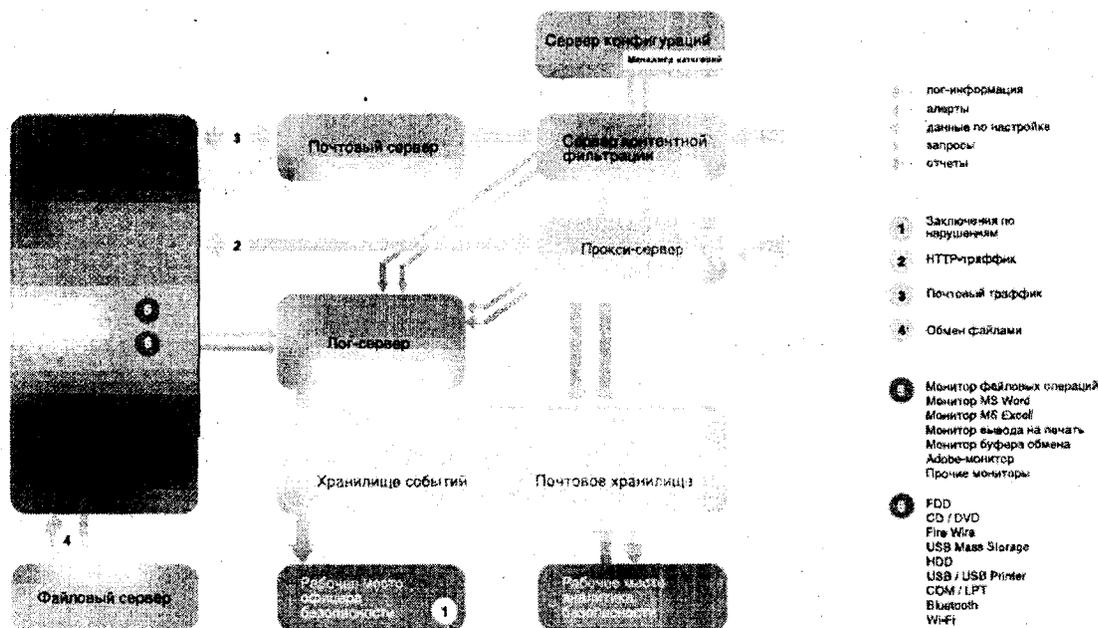


Рисунок 2 – Схема работы комплекса InfoWatch Enterprise Solution

Подводя итог, следует отметить, что помимо функциональности, описанной выше и требуемой стандартом ЦБ РФ по ИТ-безопасности СТО БР ИББС-1.0-2006, продукт позволяет защититься от таких опасных угроз, как корпоративный саботаж, нецелевое использование информационных ресурсов компании, кража и разглашение конфиденциальных данных [4].

В заключение хочется добавить, что наряду с внедрением технических решений и стандартов, необходимо сочетать также и административные меры с подготовкой и воспитанием квалифицированного персонала, без чего невозможно обойтись фирмам-операторам персональных данных на нынешнем этапе развития информационных технологий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Федеральный Закон от 27 июля 2006 г. №152-ФЗ «О персональных данных». «СЗ РФ», 31.07.2006, №31(1ч.), ст.3451.

2. Защита персональных данных по закону [Электронный ресурс]. – <http://skynet.dp.ua/bezopasnost/zashhita-personalnyh-dannyh-po-zakonu.html> – Электрон. текстовые, граф. дан. (203 Кб) : цв.– Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 3.1, Windows 95 или выше; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 4x CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

3. Внутренние ИТ-угрозы в России 2007-2008: итоги и прогнозы [Электронный ресурс] / М.: InfoWatch, 2008 // <http://www.infowatch.ru/downloads/reports/internal-threats-2007-2008.pdf> – Электрон. текстовые, граф. дан. (302 Кб) : цв.– Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 95 или выше; Adobe Acrobat 6.0 или выше; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 4x CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

4. Решения InfoWatch для совместимости со стандартом ЦБ РФ по ИТ-безопасности СТО БР ИББС-1.0-2006 [Электронный ресурс] / М.: InfoWatch, 2006 // [http://www.infowatch.ru/downloads/docs/wp\\_centrobank\\_rus.pdf](http://www.infowatch.ru/downloads/docs/wp_centrobank_rus.pdf) – Электрон. текстовые, граф. дан. (7.03 Мб) : цв.– Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 95 или выше; Adobe Acrobat 6.0 или выше; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 4x CD-ROM дисковод; мышь. – Загл. с экрана.

**Жолнерун Анатолий Владимирович**

Инженер-программист

Филиала РУДН в г.Белгород

Тел.: +7(903)887-02-00

E-mail: azholnerun@yandex.ru

УДК 004.72

ЖУКОВ Д.О., АЛЁШКИН А.С.

## ПРИМЕНЕНИЕ УРАВНЕНИЯ КОЛМОГорова И ПЕРКОЛЯЦИОННЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДИНАМИКИ ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ СТОХАСТИЧЕСКИХ ДАННЫХ В СЕТЯХ СО СЛУЧАЙНОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

In this article presented models of dynamics data transmission with the any law of distribution time between applications. The opportunity of application, for the description such processes of the equation of Kolmogorov. Besides in work considered questions of numerical modelling processes of data transmission in the networks having casual topology.

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из особенностей реальной ИВС является то, что на любой её узел в произвольный момент времени может приходиться произвольное число заявок различных типов, требующих различного времени обработки и затрат аппаратных ресурсов.

По сути дела, передача и обработка данных в ИВС описывается произвольным законом распределения времени между заявками во входном и выходном потоках на узлах, что необходимо учитывать при управлении работой сети.

Вторым важным аспектом является то, что соединение узлов в реальной ИВС происходит случайным образом (сеть имеет случайную структуру) и это также необходимо учесть при моделировании работы ИВС.

В настоящее время при моделировании информационных вычислительных сетей (ИВС) большинство исследователей используют следующие основные подходы, которые достаточно полно описаны в обзоре [1]:

- Описание ИВС с помощью математического аппарата теории массового обслуживания.
- Использование для моделирования работы ИВС аппарата теории графов.
- Исследование работы ИВС с помощью аппарата теории нечетких множеств и нечеткой логики.
- Описание ИВС с использованием аппарата тензорного анализа.
- Использование для моделирования работы ИВС теории фракталов.

Все перечисленные направления исследований имеют как свои достоинства, так и недостатки, которые побуждают искать новые подходы моделирования работы ИВС.

В настоящее время нет точных моделей и методов расчета характеристик сетей передачи и обработки данных с произвольной структурой (*топологией*) графа сети (при условии, что время между заявками во входном и выходном потоке распределено произвольным образом). Это означает, что для обеспечения бесперебойной и надежной работы сетей необходимо продолжить теоретические исследования и построение динамических моделей стохастических сетей с произвольной топологией.

Как нам представляется, для исследований подобного рода перспективным является использование теории перколяции. В пользу этого метода говорит как некоторая схожесть процессов, происходящих в ИВС, и процессов, исследуемых теорией перколяции, так и то, что между различными узлами ИВС существуют случайные связи, по которым происходит регулярный обмен данными.

Для построения динамической модели работы ИВС в представленной работе предлагается провести декомпозицию поставленной задачи и разделить её решение на два уровня:

- Уровень описания динамики обработки заявок на отдельном узле.

– Уровень описания, учитывающий топологию всей сети, а также динамику обработки заявок на отдельном узле.

На первом уровне могут быть получены вероятностные характеристики работы отдельных узлов. А на втором уровне, используя полученные характеристики описания динамики обработки заявок на отдельном узле, построить общую модель работы ИВС.

### МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЕРОЯТНОСТИ ПЕРЕХОДА УЗЛА СЕТИ В ПЕРЕГРУЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

*Определение вероятности исключения узла (связи) из сети.* Поскольку любая связь узла сети участвует как в получении заявок, так и в их передаче, то поток заявок  $\mu_i$ , поступающих в узел на обработку, и поток заявок  $\lambda_i$ , уходящих после обработки, не будут зависеть от числа связей.

В определенный момент времени число заявок, приходящих на  $i$ -узел, может превысить некоторый критический порог заявок  $L$  (который может быть обслужен или который задан, исходя из правил обеспечения надежной работы), и тогда можно считать, что узел перестает работать (исключается из сети). Будем считать, что узел находится в выключенном из сети (перегруженном) состоянии, если число заявок на нем равно некоторому пороговому значению  $L$ .

Для расчета характеристик процесса работы узла введем параметры входного потока, выходного потока и времени обслуживания:

$\tau_0$  – среднее время обслуживания одной заявки

$\mu_i$  – среднее число заявок, поступающих на обслуживание в  $i$ -узел за единицу времени (входной поток)

$\lambda_i$  – среднее число заявок, покидающих  $i$ -узел за единицу времени (выходной поток).

Пусть за время  $\tau_0$  на узел приходит  $\varepsilon$  заявок, а покидает одна заявка. Тогда:

$$\frac{\varepsilon}{\tau_0} = \mu, \tau_0 \lambda = 1.$$

Работа  $i$ -узла (связи) складывается из отдельных шагов  $h$ , имеющих среднюю продолжительность  $\tau_0$ . После каждого шага система может переходить в одно из состояний, задаваемых числом заявок  $k$ , находящихся на узле.

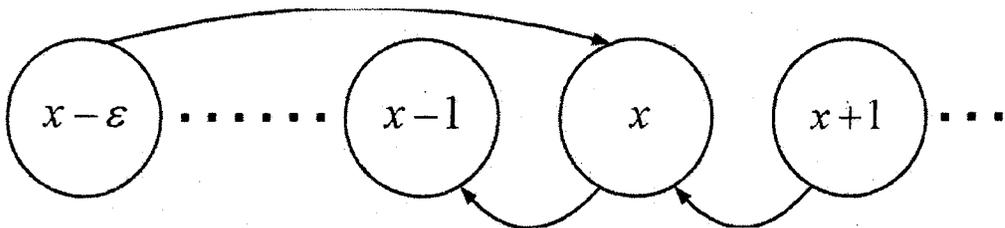


Рисунок 1 – Схема возможных переходов между состояниями  $i$ -узла на  $h+1$  шаге

Пусть, после  $h$  шагов работы,  $P_{x-\varepsilon, h}$  есть вероятность того, что на выбранном  $i$ -узле находится  $x - \varepsilon$  заявок;  $P_{x, h}$  есть вероятность того, что на нем находится  $x$  заявок и  $P_{x+1, h}$  – находится  $(x + 1)$  заявка. На одном шаге на узел может поступить некоторое количество заявок, тогда  $P_{x, h+1}$  – вероятность того, что на  $h+1$  шаге в  $i$ -узле будет находиться некоторое число заявок  $x$  (см. рисунок 1) будет равна:

$$P_{x+1, h} = P_{x-\varepsilon, h} + P_{x+1, h} - P_{x, h}$$

введем  $t = h \cdot \tau_0$ , где  $t$  – время работы узла. Получаем:

$$P(x, t + \tau_0) = P(x - \varepsilon, t) + P(x + \tau_0 \lambda, t) - P(x, t). \quad (1)$$

Раскладывая уравнение (1) в ряд Тейлора и учитывая в левой части члены, содержащие не более чем первую производную по  $t$ , а в правой не более чем вторую производную по  $x$ , получим:

$$\frac{\partial P(x, t)}{\partial t} = \frac{\mu^2 + \lambda^2}{2\lambda} \frac{\partial^2 P(x, t)}{\partial x^2} - (\mu - \lambda) \frac{\partial P(x, t)}{\partial x}. \quad (2)$$

Вторую производную по  $t$  можно исключить, поскольку по своему смыслу она описывает процесс, при котором сами заявки при обработке становятся источниками дополнительных заявок. Поскольку функция  $P(x, t)$  является непрерывной, перейдем от вероятности  $P(x, t)$  к плотности вероятности  $\rho(x, t) = \frac{\partial P(x, t)}{\partial x}$ , что позволяет сформулировать следующую граничную задачу.

При числе заявок на узле  $x = L$  узел прекращает работу. Сама вероятность обнаружить такой узел будет отлична от 0. Однако плотность вероятности, определяющую поток заявок в состоянии  $x = L$ , необходимо положить равной 0 (мы стремимся избежать этого состояния), т.е.

$$\rho(x, t)_{x=L} = 0. \quad (a)$$

Второе граничное условие выберем, исходя из следующих соображений: состояние  $x = 0$  определяет простой в работе узел вследствие того, что заявки по какой-либо причине на узел не приходят и не уходят с него, и данный узел также будет исключенным. Сама вероятность обнаружить такой узел будет отлична от 0, однако плотность вероятности, определяющую поток заявок в состоянии  $x = 0$ , необходимо положить равной 0 (так как мы стремимся избежать этого состояния), т.е.

$$\rho(x, t)_{x=0} = 0. \quad (b)$$

Считая, что  $\mu$  и  $\lambda$  от  $x$  не зависят и введя обозначение  $\frac{\mu^2 + \lambda^2}{2\lambda} = a$  и  $\mu - \lambda = b$ , получим:

$$\frac{\partial \rho(x, t)}{\partial t} = a \frac{\partial^2 \rho(x, t)}{\partial x^2} - b \frac{\partial \rho(x, t)}{\partial x}. \quad (3)$$

Поскольку в момент времени  $t = 0$  на любом  $i$ -узле уже может находиться  $x_i$ -заявок, то начальное условие зададим в виде:

$$\rho(x, t = 0) = \delta(x - x_i) = \begin{cases} 1, & x = x_i \\ 0, & x \neq x_i \end{cases},$$

что приводит к тому, что решение уравнения (2) и (3) оставаясь непрерывными в точке  $x = x_0$ , будет испытывать в ней разрыв производной.

Используя методы операционного исчисления для плотности вероятности  $\rho(x, t)$  исключения узла из сети, можно получить следующие решения:

при  $x > x_i$

$$\rho_1(x, t) = \frac{2}{L} e^{-\frac{(x-x_i)+bt}{2a}} \sum_{n=1}^M (-1)^{n+1} \sin(\pi n \frac{x_i}{L}) \sin(\pi n \frac{L-x}{L}) e^{-\frac{\pi^2 n^2 at}{L^2}} \quad (4)$$

при  $x \leq x_i$

$$\rho_2(x, t) = \frac{2}{L} e^{-\frac{(x-x_i)+\frac{bt}{2}}{\frac{2a}{b}}} \sum_{n=1}^M (-1)^{n+1} \sin(\pi n \frac{x}{L}) \sin(\pi n \frac{L-x_i}{L}) e^{-\frac{\pi^2 n^2 a t}{L^2}}. \quad (5)$$

**Определение вероятности исключения узла (связи) из сети.** Уравнения (4) и (5) описывают поведение плотности вероятности обнаружения состояния  $i$ -узла сети в одном из значений на отрезке от  $0$  до  $L$ . Отметим, что состояния узла могут принимать только целочисленные значения, однако (4) и (5) задают непрерывные распределения, что, тем не менее, не отвергает возможности их использования, поскольку эти уравнения могут быть дополнены условием, что значимыми являются только значения, полученные для целых величин  $x$ . Поэтому все результаты, представленные далее на рисунках кривыми моделирования, можно рассматривать, как заданные поточечно для целых значений  $x$ .

Если вычислить интеграл  $P(L, t)$ :

$$P(L, t) = \int_0^{x_i} \rho_2(x, t) dt + \int_{x_i}^L \rho_1(x, t) dt, \quad (6)$$

то функция  $P(L, t)$  будет задавать вероятность того, что состояние  $i$ -узла к моменту времени  $t$  будет находиться на отрезке от  $0$  до  $L$ , т.е. узел будет находиться в невыключенном состоянии.

Соответственно, вероятность  $Q_i(t)$  того, что узел окажется к моменту времени  $t$  выключенным, можно определить следующим образом:

$$Q_i(t) = 1 - P(L, t). \quad (7)$$

## ОБРАЗОВАНИЕ ГРУП ПЕРЕГРУЖЕННЫХ УЗЛОВ В СЕТЯХ СО СЛУЧАЙНОЙ ТОПОЛОГИЕЙ

При работе информационно-вычислительных сетей (ИВС) нередко возникают ситуации, при которых один или несколько ее узлов оказываются в перегруженном состоянии, т.е. число заявок на данном узле превышает некоторый заданный критический порог, и время ожидания заявок в очереди становится недопустимо большим. В определенном смысле такой узел можно считать исключенным из работы сети, поскольку он в течение некоторого времени будет неспособен передавать заявки (которые стоят к нему в очереди) другим узлам сети.

Если интенсивность обмена данными и загруженность ИВС велики, то в определенный момент времени возможно образование группы соседних перегруженных узлов, которую можно назвать кластером перегруженных или исключенных узлов. Если вероятность  $Q_i$  нахождения отдельного узла в перегруженном состоянии является заданной или определенной, то для описания возможности образования групп (или кластеров) перегруженных узлов могут быть использованы методы численного моделирования.

В определенном смысле ИВС можно рассматривать как некую структуру или среду, между узлами которой происходит протекание данных.

При управлении передачей данных крайне важно уметь моделировать и учитывать реальную топологию имеющихся физических сетей. Исторически сложившееся разнообразие не позволяет описать их единой упорядоченной структурой. Если при рассмотрении локальных сетей еще можно выделить какие-то базовые структуры типа: звезда, кольцо, шина и так далее, то при объединении локальных сетей в единую ИВС можно говорить только о структуре, имеющей в общем случае случайные связи.

С определенными допущениями для описания их топологии может быть использована сеть Кэйли со случайным числом связей на узле. Отдельные узлы такой сети, имеющие только одну связь, можно считать как отдельными компьютерными системами или серверами удаленного доступа, так и самостоятельными локальными сетями. Узлы,

имеющие множество связей, соответственно могут играть различные роли. Описание динамики передачи данных невозможно без учета этих особенностей. Моделирование перколяции данных в случайных сетях возможно только с помощью численных методов.

*Случайная сеть Кейли.* Исследования показали, что для доли узлов, входящих в кластеры малых размеров, наблюдается некоторое отличие для регулярной и случайной сетей Кейли. Однако для среднего размера кластеров перегруженных узлов и зависимости количества областей неперегруженных узлов от вероятности  $Q_i$  наблюдается полное совпадение результатов для сети Кейли, со случайным числом связей на узлах, с результатами для регулярной сети Кейли с числом связей на одном узле  $Z = 3$  (см. рис.3). Увеличение числа возможных связей для одного узла в сетях Кейли не изменяет их общего среднего значения, т.к. доля узлов, находящихся на границах сети и имеющих только по одной связи с соседями, увеличивается таким образом, что среднее значение числа связей всегда стремится к пределу, равному 2.

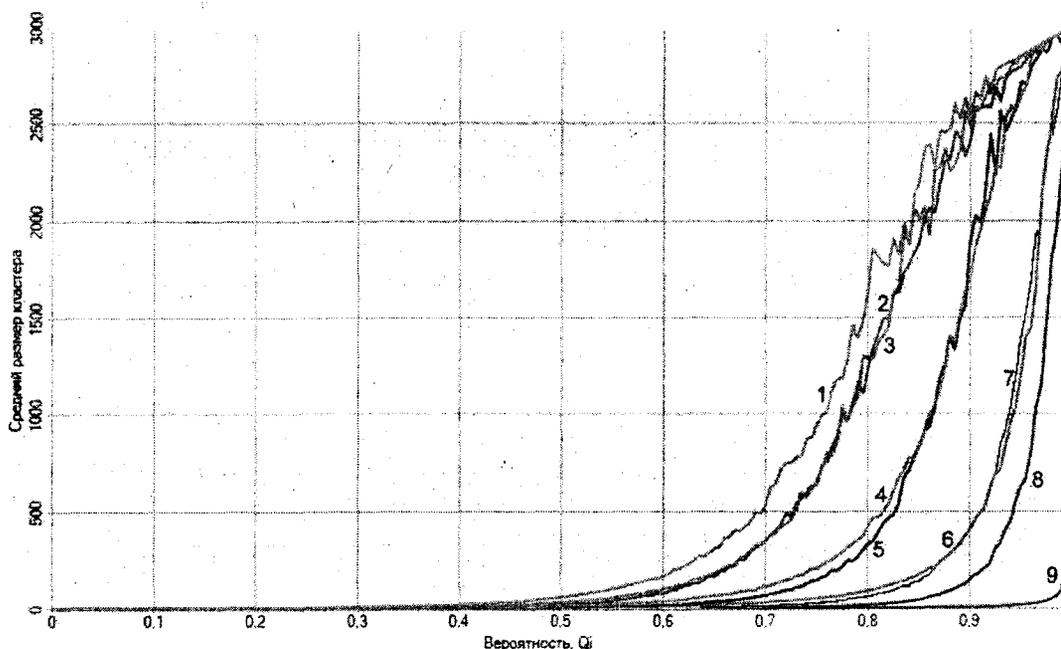


Рисунок 2 – Зависимость среднего размера кластеров перегруженных узлов от вероятности  $Q_i$  для сетей с регулярной и случайной структурой при разных значениях среднего числа связей

*Нерегулярные решетки с произвольным числом связей на узле.* Исследования показали, что для нерегулярных решеток с числом связей на одном узле от 2 до 7 увеличение их среднего числа оказывает существенное влияние на перколяционные процессы. Причем, чем больше среднее число связей, тем при меньших вероятностях  $Q_i$  должны начинаться процессы образования крупных кластеров исключенных узлов.

В то же время число областей перегруженных узлов с ростом величины вероятности  $Q_i$  уменьшается при увеличении среднего числа связей (чем меньше связей, тем более вероятно разделение сети на несвязанные области).

Аналогом сети Кейли со случайным числом связей на одном узле является регулярная сеть Кейли. В связи с этим возникает вопрос, а к какому типу регулярных сетей можно отнести решетку, в которой каждый узел имеет множество случайных связей с другими узлами. При рассмотрении случайной сети со средним числом связей, лежащем в диапазоне от 3,80 до 7,27, можно обратиться к рис.2, на котором представлены зависимости среднего размера кластеров исключенных узлов от вероятности  $Q_i$  для различных сетей. Легко заметить, что произвольная сеть со средним числом связей 5,72 (кривая 3 на

рис.2) близка к треугольной сети (среднее число связей 5,86, кривая 2 на рис.2), а произвольная сеть со средним числом связей 4,79 (кривая 4 на рис.2) близка к квадратной решетке (среднее число связей 3,93, кривая 5 на рис.2), произвольная сеть со средним числом связей 3,80 (кривая 6 на рис.2) к шестиугольной (среднее число связей 2,95, кривая 7 на рис.2).

Таким образом, если для случайной структуры с произвольным распределением связей известно их среднее число, приходящееся на один узел связей, то это позволяет сделать предположение, к какой из известных регулярных структур можно отнести сеть.

## ВЫВОДЫ

Результаты численного моделирования показывают, что сети с топологией случайного дерева Кэйли, состоящие из конечного числа узлов, оказываются идентичными по своим перколяционным свойствам структурам, имеющим топологию регулярной сети Кэйли. Увеличение числа возможных связей для одного узла в сетях Кейли, не изменяет их общего среднего значения, т.к. доля узлов, находящихся на границах сети и имеющих только по одной связи с соседями, увеличивается таким образом, что среднее значение числа связей всегда стремится к пределу, равному 2. Если для случайной структуры с произвольным распределением связей известно их среднее число, приходящееся на один узел связей, то это позволяет сделать предположение, к какой из известных регулярных структур по своим перколяционным свойствам можно отнести данную сеть, что существенно упрощает её описание и обеспечение надежности управления передачей данных. В нерегулярных структурах с множеством путей между узлами увеличение среднего числа связей приводит к тому, что образование больших кластеров перегруженных узлов начинается при более высоких значениях вероятности  $Q_i$  исключения узла из работы. Кроме того, при увеличении среднего числа связей при фиксированном значении  $Q_i$  наблюдается снижение числа областей перегруженных узлов.

Таким образом, использование методов математического моделирования позволяет проанализировать динамику процессов стохастической обработки заявок на узлах ИВС и определить зависимость вероятности  $Q_i$  достижения на узле перегруженного состояния (критического порога  $L$  обрабатываемых заявок) от величины текущего значения входных и выходных потоков и времени процесса. Значения величин  $Q_i$  может быть использовано для описания передачи данных в ИВС на уровне, учитывающем топологию всей сети.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Макаренко, С.И. Анализ математического аппарата расчета качества обслуживания информационно-вычислительной сети на сетевом уровне эталонной модели взаимодействия открытых систем [Текст] / С.И. Макаренко // Сб. науч. тр. «VII Всероссийская конференция молодых ученых по математическому моделированию и информационным технологиям». – Красноярск: ИВТ СО РАН, 2006. - 102 с.

**Жуков Дмитрий Олегович**

Директор центра новых информационных технологий, д.т.н.

Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва

Тел.: +7 (495) 268-3655

E-mail: zhukovdm@yandex.ru

**Алёшкин Антон Сергеевич**

Инженер центра новых информационных технологий

Московский государственный университет приборостроения и информатики, г. Москва

Тел.: +7 (495) 268-3655

E-mail: antony@cniit-mgupi.ru

УДК 004.052.2

КЛИМАНОВ В.П., ЕРМАКОВ А.А.

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СЕТЕВОГО КЛАСТЕРА

In given clause the mathematical model network cluster is presented, the approach to an estimation of reliability of the software network cluster is described, the complex model of reliability network cluster, considering both hardware, and program components is constructed.

### ВВЕДЕНИЕ

Одной из актуальных задач, возникающих при проектировании и модернизации автоматизированных информационных систем (АИС), является задача обеспечения заданного уровня надежности. При решении такой задачи возникает возможность уже на стадии проектирования АИС оценивать уровень надежности предлагаемых схем и технологий обработки данных. Для такой оценки необходима разработка математических моделей, учитывающих особенности режима эксплуатации.

Одним из основных методов повышения надежности технических средств АИС является резервирование серверов. Резервироваться могут как отдельные элементы сервера (процессор, жесткий диск, блок питания и т.п.), так и сервер целиком — за счет использования кластерных технологий. Помимо этого, немаловажную роль играет надежность используемого программного обеспечения.

Общим вопросам кластеризации и надежности программного обеспечения посвящено значительное количество работ. Существуют типовые схемы кластеризации, но практически не используется такая технология, как сетевая кластеризация — это направление только начало зарождаться. Эффективное применение сетевых кластерных технологий позволяет обеспечить не только повышение надежности функционирования АИС, но и повысить их катастрофоустойчивость за счет применения сетевых (распределенных территориально) кластерных систем. В этой связи важнейшую роль играет надежность программного обеспечения, используемого как для управления кластером, так и для решения конкретных прикладных задач.

### ОЦЕНКА ФАКТОРОВ РИСКА В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ

Согласно экспертным оценкам, статистика отказов в корпоративных вычислительных системах имеет следующий вид (таблица 1).

Таблица 1 - Распределение отказов в корпоративных сетях.

Группа факторов	Доля от общего количества отказов, %
Отказы дисков	27
Отказы сервера или его ядра	24
Отказы в программах	22
Отказы в коммуникационном оборудовании	11
Отказы в каналах передачи данных	10
Отказы из-за ошибок персонала	6

Как видно, на сетевое оборудование приходится 21% отказов, на программное обеспечение (ПО) – 22% и на отказы в дисковых массивах – 27%. Отказы в аппаратном обеспечении серверов мы не учитываем по причине дублирования их элементов, а ошибки персонала не относятся к технической стороне вопроса.

Примером сетевой организации кластера может служить система, построенная на основе регулярной топологии «ТОР» [3]. Система включает в себя два сервера и два дисковых массива. Обмен данными между устройствами осуществляется по волоконно-оптическим сетям FDDI, замкнутым в кольца (Рис. 1). Технология FDDI сама по себе обладает высоким коэффициентом готовности. Каждый элемент кластера имеет два сетевых адаптера, обеспечивающих подключение к каждой магистрали.

Особенностью технологии FDDI является сочетание нескольких очень важных для локальных сетей свойств:

- высокая степень отказоустойчивости;
- способность покрывать значительные территории, вплоть до территорий крупных городов;
- высокая скорость обмена данными;
- возможность поддержки синхронного мультимедийного трафика;
- гибкий механизм распределения пропускной способности кольца между станциями;
- возможность работы при коэффициенте загрузки кольца близком к единице;
- возможность легкой трансляции трафика FDDI в трафики таких популярных протоколов, как Ethernet и Token Ring за счет совместимости форматов адресов станций и использования общего подуровня LLC.

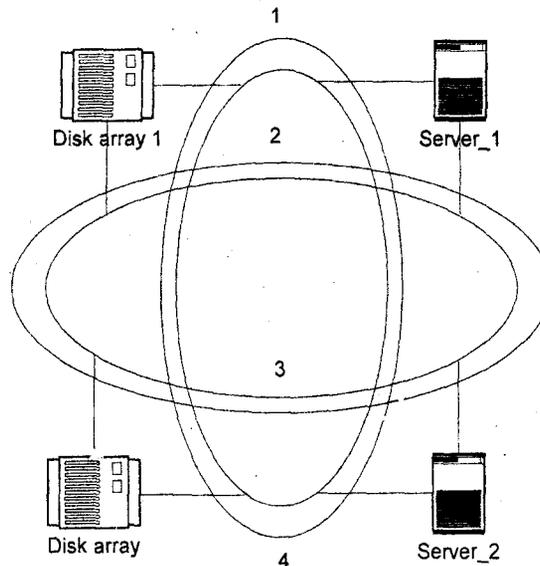


Рисунок 1 – Исследуемый кластер

Рассматриваемый здесь кластер сильно подвержен воздействию внешней среды, и это воздействие может происходить в любой случайный момент времени (поток отказов и восстановлений). Каждое последующее состояние моделируемой системы зависит только от текущего состояния (в момент отказа система перестает функционировать и соответственно следующее возможное для нее состояние – только восстановление). Поэтому в данной работе для построения математической модели был выбран подход, основанный на цепях Маркова.

Исследуемая система может быть представлена многолинейной системой массового обслуживания, где количество источников заявок (отказов) соответствует количеству

разных возможных отказов системы, а количество обслуживающих приборов равно соответственно количеству бригад восстановления отказов.

Данная система отказывает при 4-х обрывах кольца FDDI, обоих отказавших дисках и при отказе ПО на каждом из серверов.

### ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Для начала определим надежность ПО. Ricky W. Butler и George B. Finelli в своем исследовании [1] показали, как можно оценить время тестирования ПО для достижения заданного уровня надежности. Ответ был неутешительным: для высоконадежных программ (вероятность отказа  $< 10^{-7}$ ) время тестирования может составить сотни лет.

Но при этом исследователи не дали ответа на вопрос, сколько ошибок осталось в протестированном ПО и как они будут проявляться в процессе эксплуатации. Разработанная модель лишена этого недостатка.

Для определения надежности ПО на протяжении 3-х лет проводились статистические исследования на этапах тестирования и эксплуатации ПО. В результате было установлено, что надежность ПО растет по экспоненциальному закону и напрямую зависит от количества имеющихся ошибок в программном обеспечении, которые фатальным образом влияют на работу системы. Таким образом, зависимость роста количества ошибок от времени тестирования и эксплуатации может быть представлена следующим образом:

$$N = C_0 + C_1 e^{C_2 t}. \quad (1)$$

В данном выражении,  $N$  показывает обнаруженное количество ошибок, а параметр  $C_0$  показывает общее количество ошибок в исследуемом ПО. Для подбора коэффициентов в выражении (1) использовался метод наименьших квадратов, который позволил построить теоретическую кривую, практически не отличающуюся от экспериментальной (рис. 2).

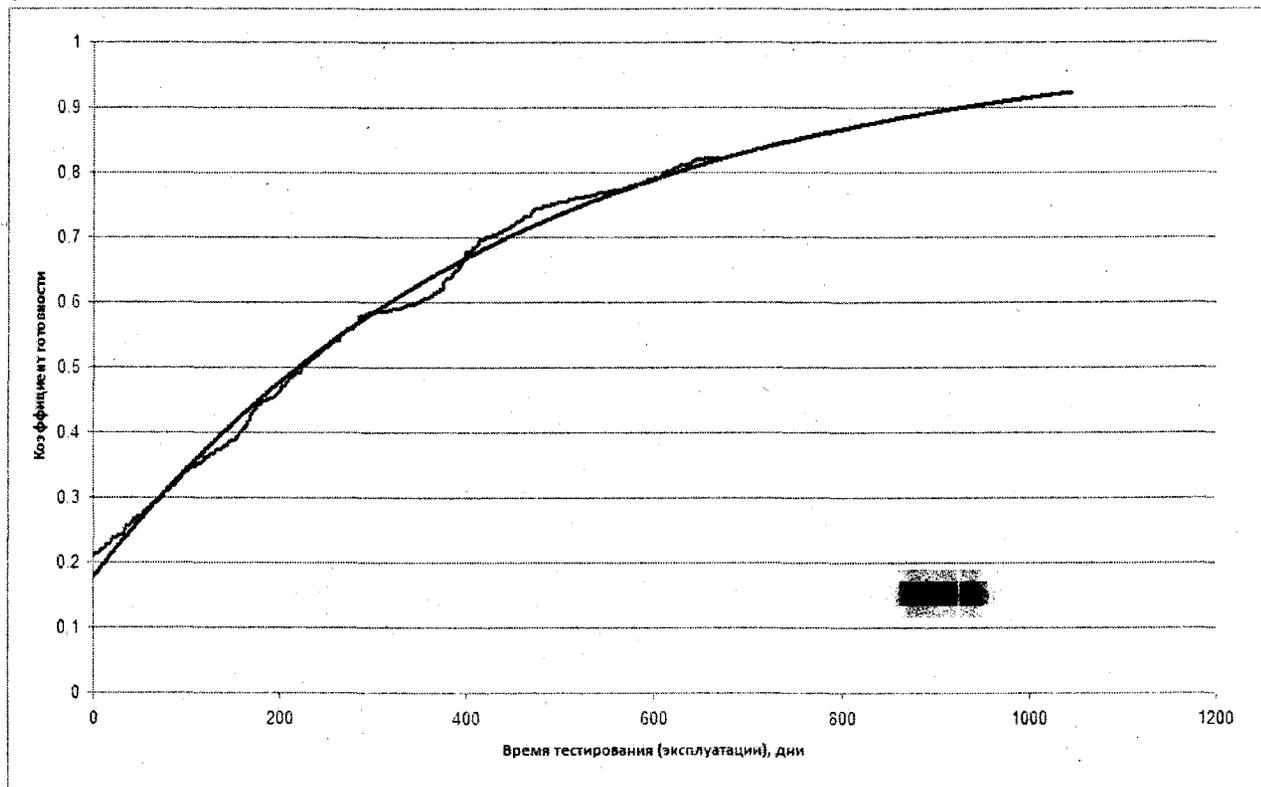


Рисунок 2 - Сопоставление теоретического и экспериментальных графиков роста надежности программного обеспечения

Здесь мы должны ввести два важных условия: во-первых, мы исходим из принципа независимости версий программного обеспечения и невнесения новых ошибок при его каждой коррекции после обнаружении отказов. Таким образом, в процессе тестирования ошибки могут только исправляться, но не могут появляться. Более подробно об этом говорится в [1].

Во-вторых, мы полагаем, что тестирование высоконадежных систем ведется на одних и тех же реальных данных, и таким образом для системы, с точки зрения входных данных, принцип работы не меняется. Таким образом, мы можем построить график роста коэффициента готовности программного обеспечения на различных этапах тестирования и эксплуатации.

Тестирование завершается по достижении требуемого уровня надежности. Прогнозируемая зависимость коэффициента готовности программного обеспечения от времени тестирования (эксплуатации) представлена на рис. 3.

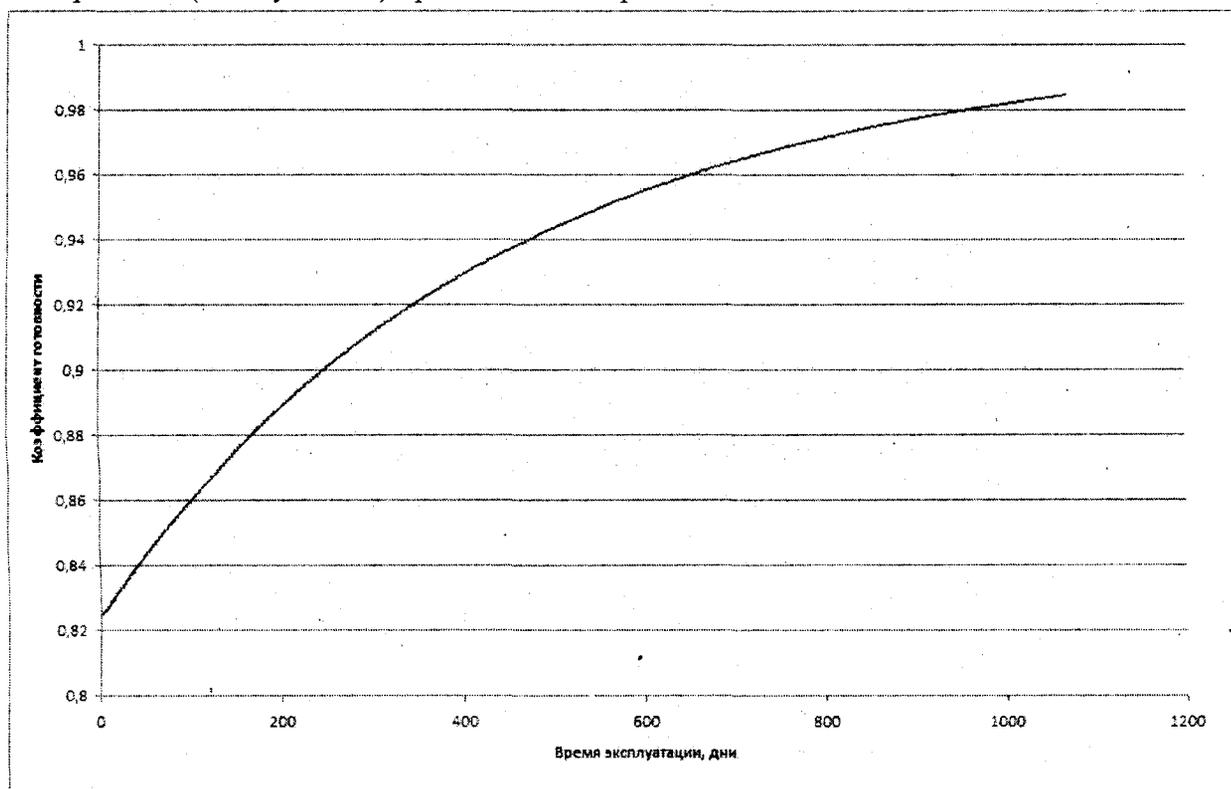


Рисунок 3 – Зависимость коэффициента готовности программного обеспечения от времени тестирования (эксплуатации)

### НАДЕЖНОСТЬ АППАРАТНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

С течением времени надежность аппаратуры падает. По мнению аналитиков компании Intel, оптимальный срок эксплуатации серверного и сетевого оборудования составляет 3 года. Изменение надежности аппаратного обеспечения мы можем оценить на основе математического моделирования. Математическая модель надежности аппаратного обеспечения создана с помощью системы уравнений Колмогорова, при анализе возможных состояний системы в цепи Маркова [3]. Примером математической модели надежности подсистемы обмена данными является граф переходов из состояния в состояние, представленный на рис.4.

Для полной потери работоспособности данного кластера (рис.1) необходимо разорвать FDDI кольца в точках 1, 2, 3 и 4. Исходный поток отказов имеет интенсивность  $\lambda$  для всех возможных переходов из состояния в состояние, а интенсивность восстановления равна  $\mu$ . Восстановление повреждений в нашем случае будет проводиться 4 бригадами

восстановления, так как по результатам исследования [3] установлено, что наибольшая надежность достигается при максимальном числе бригад восстановления.

В данном случае модель надежности аппаратной части сетевой подсистемы имеет 17 возможных состояний. Граф переходов представлен на рис. 4.

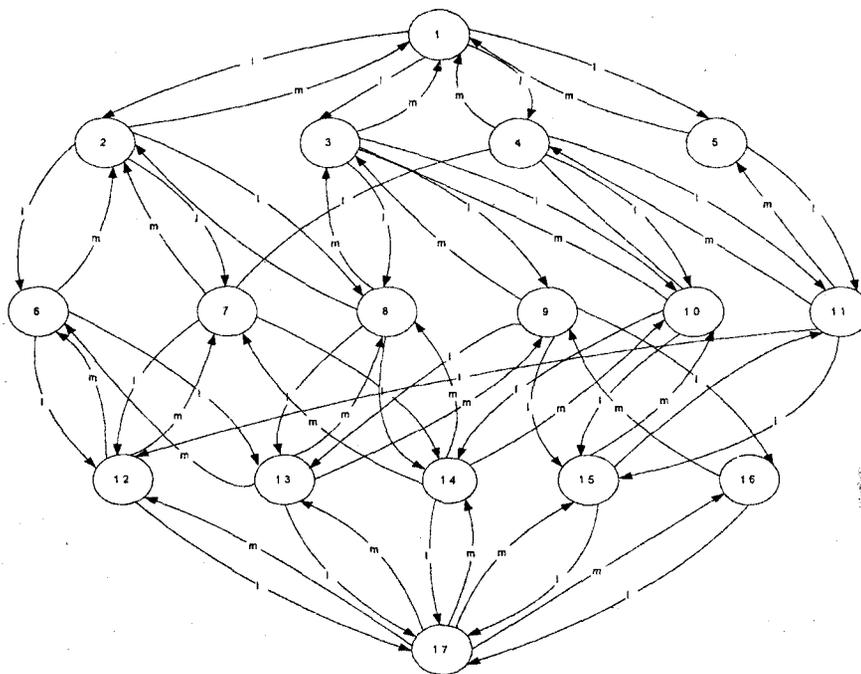


Рисунок 4 – Граф переходов для исследования надежности сетевой подсистемы данного кластера

Далее на основе графа переходов составлены уравнения Колмогорова, решение которых дает возможность вычислить надежность аппаратной части сетевой подсистемы.

Аналогичным образом вычислена надежность дисковой подсистемы.

Результаты моделирования показывают, что в рассматриваемом случае надежность аппаратуры будет убывать (рис. 5).

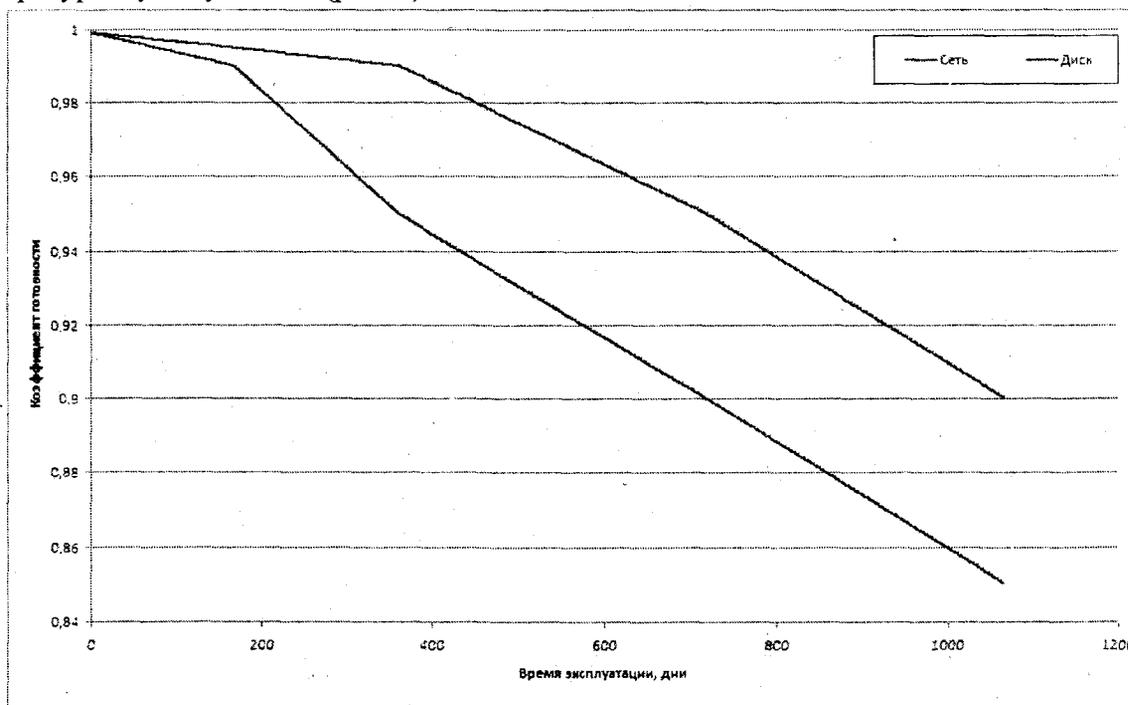


Рисунок 5 – Падение коэффициента готовности аппаратуры от времени эксплуатации

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СЕТЕВОГО КЛАСТЕРА

Так как для комплексной оценки надежности сетевого кластера мы учитываем три составляющие (отказы в дисковых массивах, отказы сетевого оборудования, отказы программного обеспечения), то для учета их совместного воздействия на работу системы на каждую составляющую в модели в соответствии с таблицей 1 введены весовые коэффициенты 0,386, 0,3 и 0,314 соответственно.

Результаты комплексного моделирования надежности сетевого кластера представлены на рис. 6.

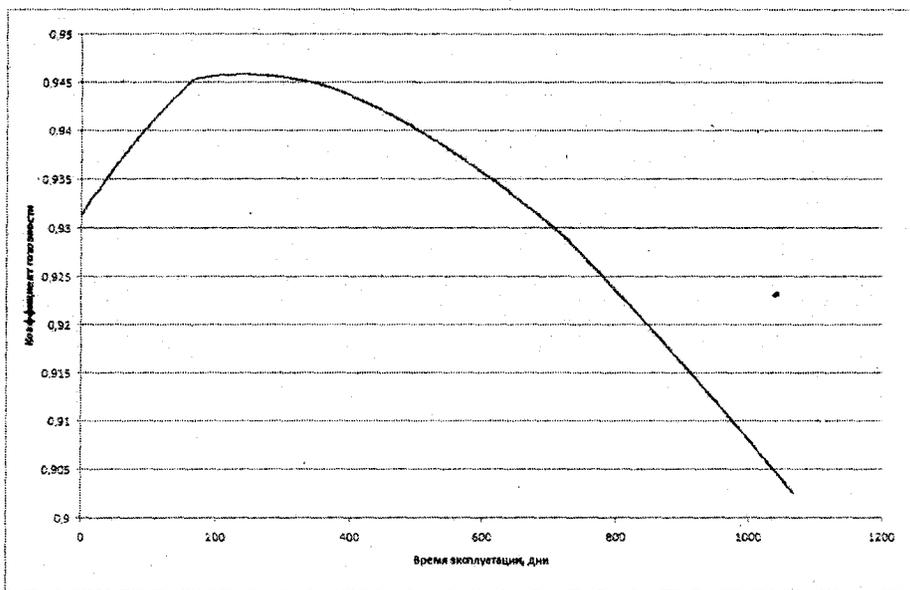


Рисунок 6 – Зависимость коэффициента готовности исследуемой системы от времени эксплуатации

Анализ результатов моделирования (рис.6.) приводит к следующим выводам:

– в начале жизненного цикла, когда программное обеспечение активно тестируется, (из него быстро удаляются ошибки) и его надежность резко растет, а надежность аппаратуры еще высока, общая надежность системы - возрастает;

– затем, когда программное обеспечение практически оттестировано, для комплексного показателя надежности наступает период стабилизации с тенденцией к уменьшению надежности из-за более быстрого старения дискового массива по сравнению с сетью связи;

– дальнейшее старение дискового массива и элементов сети связи приводит к более резкому уменьшению надежности. Это происходит из-за постоянных отказов дисков и сети. Спад коэффициента готовности на этом этапе жизненного цикла уже не в состоянии компенсировать возрастающие показатели надежности программного обеспечения;

– наиболее высокие показатели надежности для рассматриваемого сетевого кластера находятся в интервале от 100 до 500 дней интенсивной эксплуатации.

Следует отметить, что рассмотренный график является частным случаем общей задачи, в других обстоятельствах график будет выглядеть иначе.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной статьи была успешно решена задача комплексной оценки надежности сетевого кластера, учитывающая как надежность аппаратного, так и программного обеспечения. Была создана новая модель оценки надежности программного обеспечения, позволяющая оценивать надежность на основании статистики проявления ошибок во вре-

мя тестирования и эксплуатации. Важно отметить, что разработанная модель позволяет анализировать различные варианты поведения системы, они задаются путем ввода экспертных оценок.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Butler, R.W. The Infeasibility of Quantifying the Reliability of Life-Critical Real-Time Software [Text] / Ricky W. Butler, George B. Finelli // NASA Research Center, 1993.
2. Miller, D. Making statistical inferences about software reliability / D. Miller // NASA Contractor Report 4197, Nov. 1988.
3. Климанов, В.П. Модели оценки надежности кластерной системы специального назначения [Текст] / В.П. Климанов, М.В. Сутягин, А.А. Ермаков [и др.] // Электронный журнал «Вычислительные сети. Теория и практика». - Москва, 2003.
4. Гленфорд, М. Надёжность программного обеспечения [Текст] / Майерс Гленфорд; пер. с англ. Ю. Ю. Галимова. - М.: Мир, 1980. - 360 с. ил.

#### **Климанов Вячеслав Петрович**

Профессор кафедры информационных систем, д.т.н.  
МГТУ «Станкин», г. Москва  
Тел.: + 7(498)972-94-26  
E-mail: slav@stankin.ru

#### **Ермаков Артем Александрович**

Аспирант кафедры информационных систем  
МГТУ «Станкин», г. Москва  
Тел.: + 7(916)573-23-51  
E-mail: yermako\_v@mail.ru

УДК 621.39

ЛАБУНЕЦ А.М., ОСИПЦОВ Д.Л.

## ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО МЕТОДИКЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ IP-СЕТЕЙ

The urgency of the work is demanded by the modern telecommunications mechanisms of development and constantly growing informational needs of the users. The purpose of the work is the research of the method of efficient structure of the IP-network of the common assignment. For the achievement of this purpose the following problems have been solved:

1. the analysis of method of the IP-network characteristics calculation;
2. the analysis of method of the IP-network control.

В настоящее время, когда технические вопросы передачи голоса, видео и данных по IP-сетям, в основном, решены, возникает необходимость в методике, которая позволила бы сделать правильный выбор среди большого количества вариантов реализации сетей для IP-телефонии.

При проектировании сети IP-телефонии возникает целый ряд взаимосвязанных задач. Известна методика проектирования данных сетей, которая включает следующие положения [1]:

- аудит существующей транспортной сети, оценка её пригодности для введения решений IP-телефонии, оценка «узких мест» в сети и их влияния при увеличении масштаба сети;
- составление перечня услуг, которые должна предоставлять сеть;
- выбор конструктивного исполнения сетевых элементов;
- определение требований к протоколам и сетевым интерфейсам системы IP-телефонии;
- расчет количественных параметров сети IP-телефонии, а также оценка необходимой для подключения и обслуживания абонентов портовой емкости и производительности оборудования, расчет количества различных сетевых элементов, оценка качества предоставляемых сетью IP-телефонии услуг.

Аудит сети - это комплексная диагностика платформы функционирования информационной системы и ее составной части - мультисервисной сети с целью локализации дефектов и «узких мест», характеризующих общее состояние, а также дающее возможность оценить количественные характеристики и качество обслуживания.

В результате аудита проводятся следующие мероприятия [2]:

- составляется перечень выявленных уязвимостей (слабых мест) в настройках оборудования, сетевых сервисов, операционных систем, прикладного программного обеспечения;
- составляется подробное описание каждого обнаруженного недостатка, его расположение и оценка возможных последствий использования злоумышленниками;
- вырабатываются рекомендации по нейтрализации слабых мест (снижению возможного ущерба от их использования злоумышленниками), изменению конфигурации и настроек компонентов АС, используемых защитных механизмов, установке необходимых обновлений (patches, hot-fixes) установленного программного обеспечения и т.п.;
- делается вывод о пригодности использования данной транспортной сети для введения решений IP-телефонии;
- производится оценка «узких мест» в транспортной сети, при этом рассматриваются все возможные последствия от расширения масштабов сети.

Обеспечение услуг телефонии на базе сети передачи данных позволяет избавиться от необходимости эксплуатации отдельных сетей для передачи данных и телефонной связи и обеспечивает возможность более полного удовлетворения потребностей организаций в услугах телефонии. Продукция IP-телефонии позволит заказчику уменьшить расходы на внедрение, поддержку и расширение объединенной сети и, как следствие, повысить

рентабельность телекоммуникационной сети, а также реализовать большой перечень услуг [3].

Архитектура сети IP-телефонии представляет собой соединенные по IP-сети шлюзы в телефонную сеть, которые предоставляют непосредственный интерфейс абоненту и осуществляют кодировку, сжатие и пакетизацию голоса/данных и их восстановление [4]. Весь механизм взаимодействия шлюзов и учет производится диспетчерами. Для удобства удаленного конфигурирования и администрирования сети может быть использован монитор. Эти три компонента у разных производителей могут называться по-разному, но все они выполняют следующие функции.

Шлюз или gateway - необходимое устройство, подключенное к IP-сети и к телефонной сети (PBX/PSTN). Его функции:

- ответ на вызов вызывающего абонента PBX/PSTN;
- установление соединения с удаленным шлюзом;
- установление соединения с вызываемым абонентом PBX/PSTN;
- сжатие, пакетирование и восстановление голоса/данных.

Шлюзы разных производителей отличаются способом подключения к телефонной сети, емкостью, аппаратной платформой, реализованными кодеками, интерфейсом и другими характеристиками. Но все они выполняют вышеперечисленные функции, являющиеся базовыми для технологии IP-телефонии.

Диспетчер или gatekeeper - это дополнительное устройство, подключенное только к IP-сети и несущее в себе всю логику работы сети IP-телефонии. Его функции:

- аутентификация и авторизация абонента;
- распределение вызовов между шлюзами;
- биллинг.

Диспетчер необходим в любой сети IP-телефонии, содержащей более двух шлюзов. Хотя у некоторых производителей диспетчер может физически находиться на одной системе со шлюзом, логически это самостоятельный модуль.

Монитор - необязательный дополнительный модуль сети IP-телефонии, подключаемый только к IP-сети, используемый для удаленного конфигурирования и поддержки остальных устройств сети - шлюзов и диспетчеров. Он выполняет функции интерфейса для удаленной настройки через IP-сеть параметров шлюзов и диспетчеров сети IP-телефонии.

Монитор является удобным средством конфигурирования и администрирования сети.

В основу определения основных требований к протоколам заложены принципы [5]:

- Персональная мобильность пользователей. Пользователи могут перемещаться без ограничений в пределах сети, поэтому услуги связи должны предоставляться им в любом месте этой сети. Пользователю присваивается уникальный идентификатор, а сеть предоставляет ему услуги связи вне зависимости от того, где он находится.

- Масштабируемость сети. Она характеризуется, в первую очередь, возможностью увеличения количества элементов сети при ее расширении.

- Расширяемость протокола. Она характеризуется возможностью дополнения протокола новыми функциями при введении новых услуг и его адаптации к работе с различными приложениями. В качестве примера можно привести ситуацию, когда протокол SIP используется для установления соединения между шлюзами, взаимодействующими с ТфОП при помощи сигнализации ОКС-7 или DSS1. Расширение функций протокола SIP может быть произведено за счет введения новых заголовков сообщений, а также добавления новых типов сообщений.

- Взаимодействие с другими протоколами. Например, протокол SIP может быть использован совместно с протоколом H.323.

Система технологического управления современными цифровыми мультисервисными сетями охватывает практически весь комплекс работ, которые приходится выполнять на сети. Применительно к ней наиболее проработанным и эффективным для создания многоуровневой иерархической системы является стандарт TMN (Telecommunication Management Network). На каждом уровне иерархии модели сети TMN решает задачи:

- управление конфигурацией сети;
- обработка ошибок;
- анализ производительности и надежности;
- управление безопасностью;
- учет работы сети.

Однако опыт практической работы показывает, что существует так называемая проблема «принципа разделения» управления. Одним из направлений решения этой проблемы является использование системы измерительных средств, объединенных в сеть сбора и обработки информации, так называемый территориально-распределенный измерительный комплекс [5].

Построение сетей является очень сложной задачей, которая требует тщательной разработки сетевого оборудования и программного обеспечения. При проектировании сетей желательно иметь возможность оценить уровень их производительности до того, как проект будет реализован. Расчет количественных параметров сети, портовой емкости оборудования, количества сетевых элементов осуществляется, исходя из масштаба сети, количества пользователей IP-сети и других факторов. Существует множество методов для оценки производительности сети, ее количественных параметров на этапе ее проектирования. Применяемые методы разделяются на три группы: математическое моделирование, имитационное моделирование, эмуляция [6].

Кроме этого необходимо осуществить выбор метода расчета качества обслуживания пользователей. Анализ известных методов оценки качества обслуживания пользователей позволяет предложить наиболее простой и эффективный метод расчета качества обслуживания пользователей мультисервисной сети при конечном числе источников нагрузки с использованием метода z-аппроксимации [7].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дмитриев, В.Т. Методика проектирования сетей IP-телефонии [Текст] / В.Т. Дмитриев, А.А. Андрюшин, Д.А. Кулясова, С.Н. Кириллов // Рязанский государственный радиотехнический университет. – С. 9-10.
2. Дружинин, Е.Л. Управление сетью и ее безопасностью на основе системы аудита вычислительной сети [Текст] / Е.Л. Дружинин, А.М.Самохин, Ю.А.Чернышов // Лаборатория сетевых технологий. – М., 2003. – С. 28.
3. Решения Cisco для построения сетей IP-телефонии и IP-видеотелефонии [Текст] // Cisco Systems, издание 6, М.: бизнес центр "Риверсайд Тауэрз", 2005. - С. 8.
4. Полканов, Е.И., Интеллектуальные сети и компьютерная телефония [Текст] / Е.И. Полканов, М.А. Шнепс-Шнеппе, С.В. Крестьянинов // М.: Радио и связь, 2001. – С. 84-85.
5. Бакланов, И.Г. Концепция «мягкого TMN» и роль измерительной техники в системе управления [Текст] / И.Г. Бакланов // М.: Вестник связи №8, 2002.
6. Уолренд, Д. Телекоммуникационные и компьютерные сети. Вводный курс [Текст] / Д. Уолренд // М.: Постмаркет, 2001. – С. 401
7. Щека, А. Ю. Исследование и разработка метода расчета качества обслуживания пользователей при доступе к мультисервисным сетям [Текст] / А. Ю. Щека // Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. – М., 2003. – С. 45

#### Лабунец Александр Михайлович

Начальник кафедры технической эксплуатации средств связи, к.т.н.  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: +7 (4862) 41-99-49

#### Осипцов Дмитрий Леонидович

Курсант  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: 8-920-812-9080  
E-mail: mitja59@mail.ru

ЛЯПИН Н.Р.

## ХРАНИЛИЩЕ ЖУРНАЛОВ ВЫПОЛНЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ В ЭЛЕКТРОННОМ ДОКУМЕНТООБОРОТЕ

Document management systems improve business processes by automating tasks, getting the right information to the right place for a specific job function, and integration information in the enterprise. They document the execution of all steps of a business process by workflow logs. Workflow logs contain the processing information for all instances of activities of workflow instances and contain very valuable information of the actual execution of business processes. In this paper we propose to use data warehouse technology to exploit this information resources for organizational developments, monitoring and process improvements. We introduce a general data warehouse design.

Системы электронного документооборота (СЭД) улучшают бизнес-процессы предприятия путем автоматизации задач, предоставлением нужной информации по запросу при выполнении специфической рабочей функции и интегрируя информационную среду предприятия [1].

При интеллектуальном анализе журналов выполнения приходится сталкиваться с проблемами производительности при построении причинно-следственных матриц [5], матриц параллельности [6], других представлений данных [4,7], интеграции с различными СЭД [2]. Решить указанные проблемы можно, организовав хранение с использованием технологии OLAP для первоначальной агрегации, анализа и интерпретации информации. OLAP хранилища отличаются от традиционных реляционных баз данных рядом аспектов: они разработаны для получения ответов на сложные вычислительные запросы в ущерб возможности сохранять большие массивы информации; отличаются большими объемами хранимых данных; содержат данные за определенный период (снимок данных). Однако вопрос о структуре хранилища остается открытым, решить его можно, рассмотрев наиболее общие форматы входных данных для алгоритмов интеллектуального анализа [7].

Часто используемая архитектура для хранилищ данных – многомерные кубы данных, где транзакционные данные (ячейки, факты или измерения) описаны посредством иерархий измерений. В нашем случае транзакционными являются данные о выполнении задач бизнес-процесса в системе электронного документооборота, агрегированные в измерения.

В предложенной структуре хранилища (см. рисунок 1) модель автоматизированного бизнес-процесса (МABП) [1] – коллекция задач, участников и зависимостей между ними. Задачи соответствуют индивидуальным шагам в бизнес-процессе, участники (пользователи или программные подсистемы) отвечают за выполнение этих задач, зависимости определяют последовательность выполнения задач и потоки данных между ними.

Составными элементами МABП являются другие МABП, внешние МABП, элементарные задачи или сложные задачи. Сложные задачи состоят из других задач, представленных в виде композиции.

Инциденты, необходимые для повторного использования, являются уровнем granularity в измерении МABП. Возможно несколько альтернативных путей для построения структуры измерения МABП. Один из возможных – разделение задач и МABП в два разных измерения с целью устранить проблему участия одной задачи в нескольких МABП. Недостаток подобного подхода заключается в отсутствии возможности развернуть инциденты ассоциированные с данной МABП. Другой путь заключается в объединении инцидентов в значимые задачи и агрегировании этих задач соответствующими МABП. В этом решении также обнаруживается недостаток: каждая задача может принадлежать множеству МABП и их значения должны быть пропорциональны для каждой МABП.

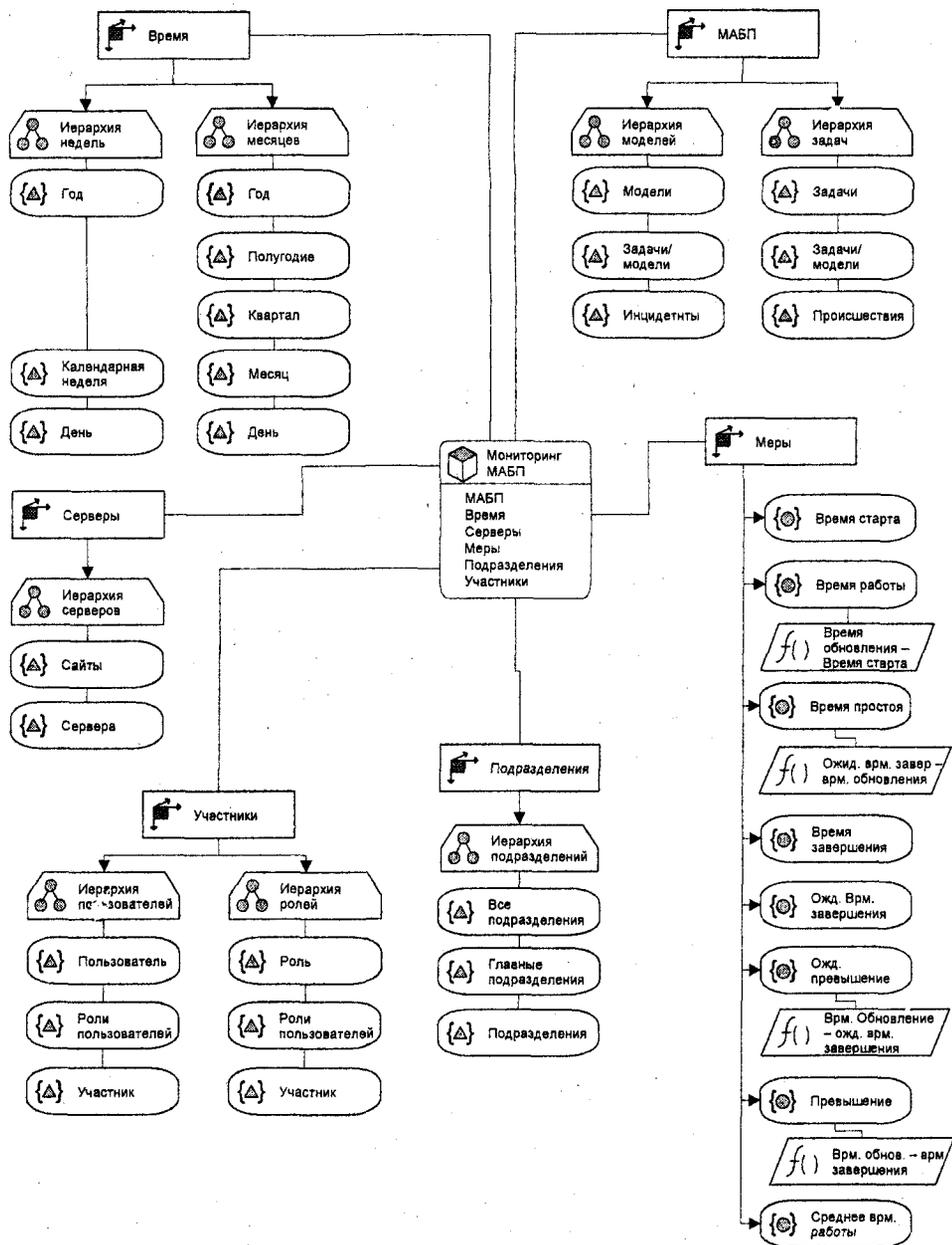


Рисунок 1 – OLAP хранилище данных для журналов выполнения бизнес-процессов

Решение, предложенное в разработанном хранилище (см. рисунок 1), не содержит описанных выше недостатков. На первом этапе происходит объединение инцидентов в элементы, представляющие собой комбинации МАБП и задач. Далее эти элементы могут быть объединены в МАБП или задачи (см. рисунок 1).

Для представления пользователей и подразделений также существует несколько альтернатив. Во-первых, можно произвести разделение пользователей и их ролей по двум разным измерениям, где подразделения являются объединением пользователей. Смыслом подобного решения является потенциальная возможность каждого пользователя выступать в его департаменте в любой роли. На практике такого решения недостаточно, т.к. часто один пользователь может работать в нескольких подразделениях. В предложенном хранилище данных произведено разделение участников и подразделений на два различных измерения. Нижний уровень измерения участников представлен элементами – комбинацией пользователей и ролей. На следующем шаге элементы объединяются либо в пользователей, либо роли (см. рисунок 1).

К хранилищу открыт доступ сторонним пользователям: системным администраторам, пользователям и администраторам СЭД, аналитикам. Список предоставляемых им запросов:

- Как часто запускается конкретная МАБП? (информация, полученная в результате запроса может быть использована для идентификации ключевых процессов, подлежащих пересмотру и оптимизации)
- Какие задачи из этих МАБП наиболее часто используются?
- Выполнение каких МАБП регулярно не укладывается в сроки?
- Выполнение каких задач приводит к задержке по срокам?
- Каково количество просрочек?
- Как часто МАБП, вызывающие просрочки, инициируются к запуску?
- Как много различных пользователей участвуют в выполнении наиболее частых МАБП?
- Участие каких пользователей регулярно приводит к просрочкам?
- Какие из пользователей регулярно перегружены, а какие периодически имеют свободные ресурсы?
- Какие пользователи являются участниками данной МАБП?
- Сравнение характеристик различных версий МАБП.
- Анализ выполнения задачи в разных МАБП.
- Анализ выполнения задачи различными пользователями.
- Анализ производительности работы пользователей в разные периоды времени.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ляпин, Н.Р. Автоматизация делопроизводства как инструмент повышения качества управления производством [Текст] / Н.Р. Ляпин, Б.С. Дмитриевский // Компьютерные технологии в науке, производстве, социальных и экономических процессах: Материалы IV Междунар. науч.-практ. конф., г. Новочеркасск, 14 ноября 2003 г.: В 4 ч. / Юж.-Рос. гос. техн. ун-т (НПИ). – Новочеркасск, 2003. – Ч.4. - С. 33 - 34.
2. Ляпин, Н.Р. Получение комплексных моделей бизнес-процессов на основе журналов их выполнения [Текст] / Н.Р. Ляпин, Б.С. Дмитриевский // Телекоммуникационные и информационные системы: Тр. междунар. конф. – Санкт-Петербург, 2007. – С. 259 - 265.
3. Ляпин, Н.Р. Разработка информационной системы восстановления моделей автоматизированных бизнес-процессов [Текст] / Н.Р. Ляпин, Б.С. Дмитриевский // Программные продукты и системы. - 2007. - № 3(79). – С. 80 - 81.
4. Cook, J.E. Discovering Models of Software Processes from Event-Based Data. [Text] / J.E. Cook, A.L. Wolf // ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, 1998. - volume 7, issue 3, P. 215-249.
5. Van Dongen, B.F. Multi-Phase Process Mining: Building Instance Graphs [Text] / B.F. Van Dongen, W.M.P. Van der Aalst // International Conference on Conceptual Modeling (ER 2004), Springer-Verlag, Berlin, 2004. - volume 3288, P. 362-376.
6. Schimm G. Mining most specific workflow models from event-based data [Text] / G. Schimm // Business Process Management, 2003. – P. 25-40.
7. Van der Aalst, W.M.P. Process Mining in CSCW systems [Text] / W.M.P. Van der Aalst // Proceedings of the 9-th IEEE International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design (CSCWD 2005), Conventry University/IEEE Computer Society Press, 2005. – P. 1-8.

#### **Ляпин Никита Романович**

Аспирант кафедры ИПУ (Информационные процессы и управление)  
Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), г. Тамбов  
Тел.: +7(905)122-34-52  
E-mail: LyapinNR@rambler.ru

УДК 621.391

МИРОНОВ А.Е., КОРОЛЕВ А.В., ГАРБАР Т.П.,  
ТИХОМИРОВ Е.А., САРСЕНГАЛИЕВ Б.Ю.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБСЛУЖИВАНИЯ ГЕТЕРОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В МУЛЬТИСЕРВИСНЫХ СЕТЯХ СВЯЗИ СИЛОВЫХ СТРУКТУР

The article studies the issues of modeling the process of heterogeneous traffic in multiservice telecommunication networks of the Russian special agencies. The results obtained should be taken into account in developing and applying multiservice telecommunications networks to enhance quality of service and network resources efficiency.

Основополагающим элементом технической основы системы государственного и военного управления являются сети связи силовых структур (ФСБ, ФСО, МВД, МЧС и др.). Нынешний этап развития сетей связи силовых структур характеризуется активным проведением работ по созданию мультисервисных сетей на основе технологии ISDN (Integrated Service Digital Networks). При этом практика показывает высокую заинтересованность абонентов этих сетей связи в современных службах и услугах связи, предоставляемых этой сетью.

Основой внедрения принципов ISDN являются современные АТС (УПАТС "МиниКом DX-500С", УПАТС "Нисоме-3хх" и др.), обеспечивающие подключение и работу различных по скорости и видам передаваемой информации (речь, данные, факсимиле, видео и др.) абонентских терминалов, которые являются источниками потоков вызовов с разными интенсивностями, требованиями к скоростям передачи и показателям качества обслуживания. Цифровое коммутационное поле таких систем позволяет подключать как базовые цифровые каналы со скоростью 64 Кбит/с (ОЦК-64), так и их  $n$ -кратные комбинации (Рекомендации МСЭ-Т I.420, I.421). В этих условиях перед специалистами, занимающимися вопросами проектирования и эксплуатации перспективных сетей связи силовых структур с интеграцией служб, возникает необходимость решения целого комплекса новых вопросов, связанных с распределением имеющейся пропускной способности (ПС) между разноскоростными вызовами в соответствии с требуемым качеством обслуживания пользователей различных категорий (услуг).

Первый, традиционно используемый для решения этой проблемы способ, реализуется в системах с сегрегированным мультисервисным обслуживанием, где общая ПС делится на две или более фиксированные части, каждая из которых используется для обслуживания вызовов определенного типа. Данный способ позволяет технически достаточно просто реализовать независимость обслуживания вызовов, поступающих от пользователей разных категорий, и требующих для обслуживания различный канальный ресурс ( $l_i$ ). Однако при таком способе степень использования каналов ( $V$ ) и ПС сети в целом остаются достаточно низкими.

Стремление повысить эффективность использования ПС за счет объединения нагрузки привело к появлению систем коммутации с интегрированным мультисервисным обслуживанием, при котором обеспечивается совместное использование сетевого ресурса источниками различных типов. Однако расширение спектра услуг на основе внедрения технологии ISDN ведет к значительной гетерогенности (неоднородности) трафика, циркулирующего в сетях связи силовых структур, при которой даже сравнительно небольшая доля вызовов, требующих для обслуживания более одного канала, может существенно влиять на ПС. При этом вероятность потерь заявок на передачу информации определенного вида может значительно превысить допустимую норму, в то время как потери на предоставление других видов услуг будут незначительными.

Указанный выше факт наглядно продемонстрирован на рисунке. Здесь представлены графики зависимостей вероятности потерь по вызовам ( $P_1, P_2, P_{30}$ ) для трех классов пользователей, создающих следующие виды поступающей нагрузки: одноканальную  $Z_1$  (цифровой телефон 64 Кбит/с), двухканальную  $Z_2$  (видеотелефон со скоростью  $2 \times 64 = 128$  Кбит/с) и тридцатиканальную  $Z_{30}$  (например, высокоскоростная передача данных – 2 Мбит/с).

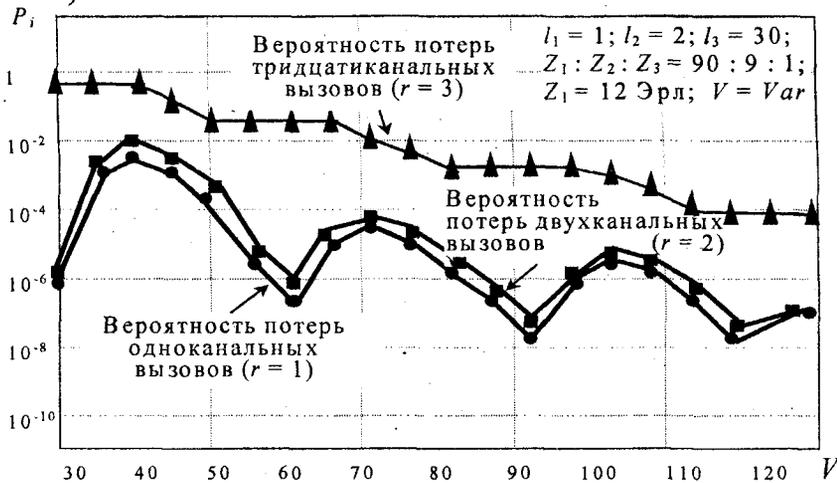


Рисунок 1 – Пример неоднородного качества обслуживания пользователей

Из графиков видно, что при фиксированном профиле гетерогенного трафика  $Z_1 : Z_2 : Z_{30} = 90 : 9 : 1$ ,  $Z_1 = 12$  Эрл с ростом емкости пучка каналов связи потери ( $P_i$ ) в общем убывают. Однако тренд имеет ярко выраженный волнообразный характер. Данный эффект хотя и является неожиданным, но вместе с тем он имеет достаточно простое объяснение. Дело в том, что при числе каналов менее 30 обслуживание нагрузки  $Z_{30}$  не происходит, поэтому вероятность обслуживания  $P_{30}$  равна 1 и данная нагрузка на обслуживание других категорий пользователей не влияет.

Вероятности потерь вызовов для источников одноканальной и двухканальной нагрузки снижаются до тех пор, пока каналный ресурс не превысит отметку, равную 30. При превышении этой отметки источники тридцатиканальной нагрузки, занимая фактически все каналы для обслуживания данного соединения, существенно снижают качество обслуживания источников одноканальной и двухканальной нагрузки. По мере роста числа каналов (до 60-ти) влияние нагрузки  $Z_{30}$  на обслуживание  $Z_1$  и  $Z_2$  снижается, так как занять однократно более, чем 30 каналов источники тридцатиканальной нагрузки не могут. При этом после некоторого роста вероятности потерь для источников  $Z_1$  и  $Z_2$  при увеличении числа каналов наблюдается ее дальнейший спад, до тех пор, пока число выделенных каналов не достигнет отметки, равной 60 каналов. Эффект "волны" наблюдается и при довольно значительных значениях  $V$ . Проведенные исследования показали, что при изменении профиля трафика положение кривых  $P_1, P_2$  и  $P_{30}$  изменяется, однако их поведение с ростом  $V$  сохраняется.

Такое немонотонное поведение вероятностей потерь вызовов различных типов затрудняет интуитивное решение на практике вопроса обеспечения требуемого качества обслуживания только за счет увеличения числа каналов. Выявленный эффект позволяет сделать заключение о том, что в условиях гетерогенного трафика увеличение числа каналов не всегда приводит к снижению вероятности потерь вызовов, а в ряде случаев, напротив, ведет к ее резкому возрастанию для запросов на определенные виды услуг. Этот вывод имеет большое практическое значение для сетей связи силовых структур, которые имеют, как правило, малоканальные информационные направления, строящиеся преимущественно на основе арендуемого каналного ресурса. В этих условиях, в отличие от сегрегированного трафика, реализация преимущества в обслуживании для определенных видов

трафика на основе традиционных абсолютных, относительных или смешанных приоритетов, становится мало эффективной. В данном случае, как показал анализ, наиболее эффективным механизмом реализации приоритетов, выравнивания потерь и обеспечения справедливого доступа к ограниченным сетевым ресурсам является введение индивидуальных пороговых ограничений на использование канального ресурса. Указанный метод в отечественной литературе получил название метода резервирования канального ресурса [1].

Выявленные особенности обслуживания гетерогенной нагрузки ISDN необходимо учитывать не только при установлении соединений в прямых направлениях связи, но и при организации обходных путей, которые реализуются для улучшения использования межстанционных соединительных линий и повышения вероятности установления соединений и являются непременным атрибутом современных УАТС типа "Nicom-3xx". При этом необходимо отметить, что эффективность использования обходных путей зависит от величины суммарной поступающей нагрузки. С ростом поступающей нагрузки избыточный трафик прямого направления занимает канальный ресурс и блокирует вызовы в других направлениях, являющихся для него обходными. Увеличение потока транзитных вызовов происходит нелинейно, что при значительных общесетевых перегрузках и высоком использовании каналов приводит к лавинообразному нарастанию потока транзитных вызовов и, как следствие, резкому возрастанию потерь. И особенно остро эта проблема будет проявляться в мультисервисных сетях связи силовых структур, характерной особенностью которых, как было показано выше, является гетерогенность и значительные колебания нагрузки.

В соответствии с этим в таких сетях должно осуществляется ограничение транзитной нагрузки путем управления числом допустимых обходных путей [3, 5], что гарантирует при любых перегрузках уменьшение вероятности потерь вызовов по сравнению с уровнем потерь в сети без обходов. При этом порог для каждого из обходных путей второго и последующего выборов должен рассчитываться с учетом числа занятых каналов и неоднородности поступающей нагрузки. При достижении этого порога (критических значений нагрузок) разрешается только прямой путь установления соединения. По мере насыщения сети в первую очередь в обходных направлениях устройство управления осуществляет блокировку вызовов от пользователей тех категорий, которые требуют максимум пропускной способности и характеризуются минимальными требованиями к качеству обслуживания, разрешая при этом установление соединения только по кратчайшему (прямому) маршруту.

В заключение следует отметить, что имеющиеся на сегодняшний день методики расчета систем многоканальной коммутации с обходными путями установления соединения и резервированием канального ресурса, основанные на аппроксимации поступающей нагрузки моделями пуассоновской нагрузки первого рода, не учитывают ряд особенностей мультисервисных сетей связи силовых структур и требуют дальнейшего совершенствования. Основными из этих особенностей являются [2, 4]:

- конечное (малое) число абонентов и их группирование по категориям в соответствии с должностным положением, видами услуг и типами сетевых соединений;
- специфичность дисциплин обслуживания, характеризующихся высокой ответственностью за качество предоставляемой связи;
- значительные асимметрия и колебания нагрузки по направлениям связи и группам абонентов, приводящие к существенной неравномерности загрузки телекоммуникационного оборудования;
- большая доля транзитной нагрузки, превышающая остальную нагрузку в большинстве направлений связи;
- взрывной событийный характер трафика, связанный с различными режимами и периодами жизнедеятельности органов государственной власти и подразделений связи силовых структур;

– особенности схемных и алгоритмических решений, реализованных в системах коммутации, и др.

Работы в направлении учета перечисленных факторов при моделировании мульти-сервисных сетей связи силовых структур проводятся авторами данной статьи. Учет выявленных особенностей обслуживания гетерогенной нагрузки при построении и эксплуатации мультисервисных сетей связи силовых структур обеспечит повышение качества обслуживания абонентов и эффективность использования сетевых ресурсов.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Ершов, В.А. Управление канальными ресурсами ЦСИС на основе его резервирования [Текст] / В.А. Ершов, Д.В. Ершова // *Электросвязь*. – 1994. – № 12.
2. Королев, А.В. Проблемы внедрения NGN-технологий в сети связи специального назначения. / А.В. Королев [и др.] // *Вестник СГК ВОСП. Федеральное агентство по промышленности, управление радиоэлектронных приборов и систем управления*. Ноябрь 2006. – С. 28-31.
3. Лазарев, В.Г. Метод ограничения транзитной нагрузки при динамическом управлении телетрафиком [Текст] / В.Г. Лазарев, С.М. Старобинец // *Построение устройств управления сетями связи*. – М: Наука, – 1977.
4. Миронов, А.Е. Проблемы применения современных технологий передачи и распределения информации в сетях связи специального назначения [Текст] / А.Е. Миронов, А.В. Королев, И.А. Сайтов // *Вестник СГК ВОСП. Федеральное агентство по промышленности, управление радиоэлектронных приборов и систем управления*. Июнь 2006. – С. 32-35.
5. Шнепс, М.А. Системы распределения информации. Методы расчета [Текст]: справочное пособие / М.А. Шнепс. – М.: Связь, – 1979.

**Миронов Александр Егорович**

Заместитель начальника кафедры №13, д.т.н., доцент  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: 419913

**Королев Александр Васильевич**

Старший научный сотрудник, д.т.н., доцент  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: 8(910)2083423  
E-mail: av-korolev@yandex.ru

**Гарбар Тимур Леонидович,**

**Тихомиров Евгений Александрович,**  
**Сарсенгалиев Булат Юсупович**  
Курсанты Академии ФСО России

УДК 6Ф7.3

МИШИН Д.С., ТРЕТЬЯКОВ О.В.

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕАГИРОВАНИЯ НА НЕПРАВОМЕРНЫЙ ДОСТУП К КОМПЬЮТЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ

Questions of information safety are considered in article. Ways of detection and reaction to attempts of not authorized access to the computer information are also described.

### ВВЕДЕНИЕ

Существенным признаком развития современного общества является рост объемов обмена информацией в различных сферах человеческой деятельности. Развитие и повсеместное внедрение информационно-телекоммуникационных сетей в нашей стране началось сравнительно недавно, но, несмотря на это, уже сейчас подобные сети обладают высокой скоростью обмена информацией и степенью взаимодействия, что обосновывает их применение.

Данные, хранящиеся и обрабатываемые, в информационных сетях объединяются в информационные ресурсы по мере усиления важности которых возрастает ценность и спрос на них на рынках. В Доктрине Информационной Безопасности Российской Федерации [1] говорится:

«Современный этап развития общества характеризуется возрастающей ролью информационной сферы, представляющей собой совокупность информации, информационной инфраструктуры, субъектов, осуществляющих сбор, формирование, распространение и использование информации, а также системы регулирования возникающих при этом общественных отношений».

Научно-техническая революция и формирование новых рынков (данных, информации, знаний, информационных технологий) вызывают сохранение устойчивой тенденции, связанной с возрастанием числа нарушений безопасности информации на всех стадиях ее обработки, хранения и передачи. На этом фоне особую актуальность приобретают проблемы, связанные с обеспечением безопасности в информационном пространстве.

Нарушения безопасности информации, в основном, связаны с доступом к компьютерной информации в обход существующих средств защиты и причины их роста кроются в высокой латентности. В нашей стране, при рассмотрении подобных деяний, в основном, оперируют понятием несанкционированный доступ, определенном в Руководящем документе Федеральной службы по техническому и экспортному контролю. Однако в данном документе дается следующее понятие:

«Несанкционированный доступ определяется как доступ к информации, нарушающий установленные правила разграничения доступа, с использованием штатных средств, предоставляемых средствами вычислительной техники или автоматизированными системами». [2]

Где «под штатными средствами понимается совокупность программного, микропрограммного и технического обеспечения средствами вычислительной техники или автоматизированными системами». [2]

Представленное определение указывает, что под несанкционированным доступом понимается нарушения безопасности информации посредством штатных средств вычислительной техники или автоматизированных систем. Следовательно, к данной категории нельзя отнести инциденты связанные с использованием специально созданных вредоносных программ, получение информации посредством снятия побочных электромагнитных излучений и т.д.

Несколько позже, при принятии Уголовного Кодекса РФ, Законодателем было предложено иное понятие нарушения информационной безопасности:

Неправомерный доступ к компьютерной информации – это несанкционированное собственником или иным законным пользователем информации проникновение к ней, в том числе с возможностью ознакомления, которое позволяет распоряжаться этой информацией (уничтожать, блокировать, модифицировать и т.д.) и создающее опасность, как для самой информации, так и для интересов собственника или иного законного пользователя.[3]

На фоне постоянного совершенствования процедур нарушения безопасности информации в вычислительных сетях наиболее целесообразным кажется использование определения данного в Уголовном Кодексе РФ. Оно отражает не совершение инцидента посредством использования штатных технических или программных средств вычислительной техники, а классифицирует само деяние, связанное с нарушением информационной безопасности, совершаемое с корыстным умыслом или по неосторожности. Исходя из этого, следует приложить максимум усилий для обнаружения попыток, реагированию на нарушение информационной безопасности и анализа рабочих станций с целью выявления и документирования следов подобных деяний.

### АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ И РЕАГИРОВАНИЯ НА ПОПЫТКУ НЕПРАВОМЕРНОГО ДОСТУПА

Обнаружение попытки неправомерного доступа должно повлечь за собой не только быстрый и продуманный ответ, с целью предотвращения дальнейших потерь, но и эффективное использование специальных процедур для преследования и идентификации злоумышленника. Осуществлять формирование доказательной базы инцидента должен специально подготовленный специалист в области информационной безопасности, так как в противном случае может быть случайно модифицировано ценное доказательство или неидентифицирован важный признак неавторизированной, незаконной активности в течение анализа процесса совершения неправомерного доступа к компьютерной информации.

Любая попытка совершения подобных деяний включает в себя три этапа: подготовка, реализация и завершение атаки. При этом первый этап, заключающийся, в основном, в сборе информации об используемой в информационно-телекоммуникационной сети системе обеспечения безопасности и подборе программно-технических средств ее преодоления, осуществляется заранее. На втором этапе осуществляется непосредственно реализация неправомерного доступа, плавно перетекающая в фазу завершения атаки, выполняемую с целью сокрытия следов. Можно предложить способ вычисления степени опасности атаки:

$$S_A = S_{\Pi} + S_p + S_3 \quad (1)$$

где  $S_{\Pi}$  - подготовка атаки,

$S_p$  - реализация атаки,

$S_3$  - завершение атаки

Существующие механизмы защиты, реализованные в межсетевых экранах, серверах аутентификации, системах разграничения доступа и т.д. являются средствами блокирующими, а не упреждающими. В абсолютном большинстве случаев традиционные механизмы защищают от атак, которые уже находятся в процессе реализации или завершения. В этом случае  $S_A = S_p + S_3$  и даже если удастся предотвратить ту или иную атаку, то намного более эффективным было бы упреждение и устранение самих предпосылок реализации вторжений. Комплексная система обеспечения информационной безопасности должна работать на всех трех этапах осуществления атаки, так как защита на этапах подготовки и завершения атаки не менее важна, чем в период ее реализации. Ведь обнаружение вторжения во время подготовки позволяет своевременно предотвратить ее, а правиль-

ное сохранение следов противоправного деяния позволяет разработать рациональные меры по устранению дальнейших попыток реализовать аналогичную атаку. Эффективность системы обеспечения информационной безопасности должна быть выше опасности инцидента связанного с неправомерным доступом к компьютерной информации.

$$C_p > S_A = S_{\Pi} + S_p + S_3 \quad (2)$$

Если принять эффективность обеспечения информационной безопасности за 1, то, следовательно, вероятность возникновения успешной атаки должна быть меньше 1. Отсюда следует, что реакция на инцидент, связанный с неправомерным доступом к компьютерной информации, является сложной задачей, которую можно решить с использованием специально разработанной методики с учетом предполагаемых действий правонарушителя.

На первом этапе осуществляется подготовка к неправомерным действиям и формирование алгоритма реагирования на инцидент на основе информации о его процедурах. Доскональная проработка этого вопроса позволяет наиболее эффективно противодействовать рассматриваемым попыткам.

Обнаружение инцидентов, связанных с неправомерным доступом к компьютерной информации, осуществляется при содействии установленного на объектах информационно-телекоммуникационной сети программного обеспечения. Системы обеспечения информационной безопасности должны не только обнаруживать известные атаки и предупреждать о них, но и распознавать непонятные источники информации об атаках, при этом, снижая нагрузку на персонал, давая возможность управления собой не экспертами в данной области. К подобным системам целесообразно отнести системы обнаружения атак.

Факт неправомерного доступа может быть обнаружен различными программно-техническими и организационными средствами. К программно-техническим можно отнести систему обнаружения атак и брандмауэры (firewall), формирующими сообщения об опасных ситуациях в файлах отчета (журналах регистрации). В течение этого процесса происходит фиксирование даты и времени, природы инцидента, оборудования и программного обеспечения, участвующем в нем. То есть, осуществляется обнаружение и регистрация факта неправомерного доступа к компьютерной информации, формируется файл отчета.

Следующим этапом является реализация мероприятий реагирования на инцидент. Использование в информационно-телекоммуникационной сети системы обнаружения атак позволяет производить ответные действия в режиме реального времени, так как в ней уже сформирован примерный алгоритм реагирования на нештатные ситуации, включающий в себя несколько этапов (рис. 1). На первом проверяется информация об инциденте и сетевые журналы, а на втором этапе осуществляется реализация мероприятий безопасности и изоляция инцидента.

На основе зарегистрированного факта осуществляется предупреждение администратора сети, а в отдельных случаях системой принимается решения на полную остановку обмена данными. Происходит реализация мероприятий по реагированию на нарушение информационной безопасности, изоляция попытки неправомерного доступа, фиксирование доказательной базы.

Целью заключительного этапа является создание как можно более полного набора документов. Применение системы обнаружения атак позволяет формировать необходимые документы, начиная с первой фазы вторжения и формировать отчет о происшедшем инциденте. Основываясь на файлах отчета, есть возможность осуществить поиск и наказание лица или группы лиц виновных в инциденте, выработать рекомендации по совершенствованию мер защиты в используемой информационно-телекоммуникационной сети.



Рисунок 1 – Примерная блок-схема алгоритма реагирования системы обнаружения атак на нештатные ситуации

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Постоянное совершенствование процедур непропорционального доступа не приводит к уменьшению количества следов подобных деяний. Не смотря на то, что практически не существует двух абсолютно идентичных инцидентов, остается возможным построение эффективной системы безопасности в информационно-телекоммуникационной сети.

В современных информационных сетях следы непропорционального доступа, в большинстве случаев, остаются на жестком диске рабочей станции и корректное копирование данных позволяет более полно оценить действия злоумышленника. При этом для проведения эффективного анализа нет необходимости использовать программные средства с обилием параметров, так как это может вызвать путаницу. Методика реагирования на инциденты требует тщательного анализа случаев нарушения информационной безопасности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Доктрина информационной безопасности Российской Федерации [Текст] // Российская газета . – 2000, 28 сентября
2. Руководящий документ «Концепция защиты средств вычислительной техники и автоматизированных систем от несанкционированного доступа к информации» [Текст] Утвержден решением Государственной технической комиссии при Президенте Российской Федерации от 30 марта 1992 г.
3. Уголовный кодекс Российской Федерации [Текст]/ Принят Государственной Думой РФ 24 мая 1996г.— М.: ТК Велби, 2005. – с.192.
4. Мишин, Д.С. Теоретические основы развития информационно-телекоммуникационной среды (организационно-правовые и социокультурные аспекты) [Текст] / Д.С. Мишин, С.В. Скрыль, О.В. Третьяков, А.В. Чуев. – Орел: ОрЮИ МВД России, 2005.
5. Усов, А.И. Судебно-экспертное исследование компьютерных средств и систем [Текст]: учебное пособие / А.И. Усов. – М: «Экзамен», 2003.
6. Мишин Д.С., Еременко А.В. Методы и системы обнаружения атак в компьютерных сетях [Текст] / Д.С. Мишин, А.В. Еременко // «Вестник информационных и компьютерных технологий» № 10. – 2006.

**Мишин Дмитрий Станиславович**  
Преподаватель  
Орловский юридический институт, г.Орел

**Третьяков Олег Владимирович**  
Преподаватель  
Академия ФСО России, г. Орел

УДК 004.77

НОВИКОВ С.В., АРТЕМОВ А.В., ДМИТРИЕНКО П.В.

## **ОБЪЕКТНО-ОРИЕНТИРОВАННАЯ МОДЕЛЬ ДАННЫХ ИНТЕРНЕТ-ПРЕДСТАВИТЕЛЬСТВА ОРГАНИЗАЦИИ**

In this article classes of the objects making typical Internet-representation of the organization, their hierarchy and interaction are allocated and considered; the model of data is offered, which is suitable for use in development of means of automation of development and support of the Internet-representation

В настоящее время можно наблюдать возрастание значения сети Интернет и наличия в ней достоверной и оперативной информации о деятельности различных учреждений и организаций. Интернет-представительство любого современного предприятия находится в числе важнейших составляющих его информационной среды, являясь показателем открытости, прозрачности его деятельности.

Актуальной задачей является разработка программных средств автоматизации, позволяющих упростить процессы подготовки и размещения информации ответственными сотрудниками отдельных подразделений. В ходе проектирования подобных средств, при условии их интеграции в единую информационную среду предприятия, целесообразно разработать эффективную модель данных.

Рассмотрим модель данных Интернет-представительства с точки зрения объектно-ориентированного подхода. В рамках данного подхода мы будем оперировать такими понятиями, как класс, объект, метод, свойство [1].

Под объектом подразумевается некоторая сущность, обладающая состоянием и поведением. Как правило, при рассмотрении объектов считается, что объекты принадлежат одному или нескольким классам, которые, в свою очередь, определяют поведение объекта. Время с момента создания объекта до его уничтожения называется временем жизни объекта.

Под классом подразумевается некая сущность, которая задает некоторое общее поведение для объектов. Таким образом, любой объект может принадлежать или не принадлежать определенному классу, то есть обладать или не обладать поведением, которое данный класс подразумевает. Класс определяет для объекта контракт, то есть правила, с помощью которых с объектом могут работать другие объекты (обычно это делается с помощью определения методов класса).

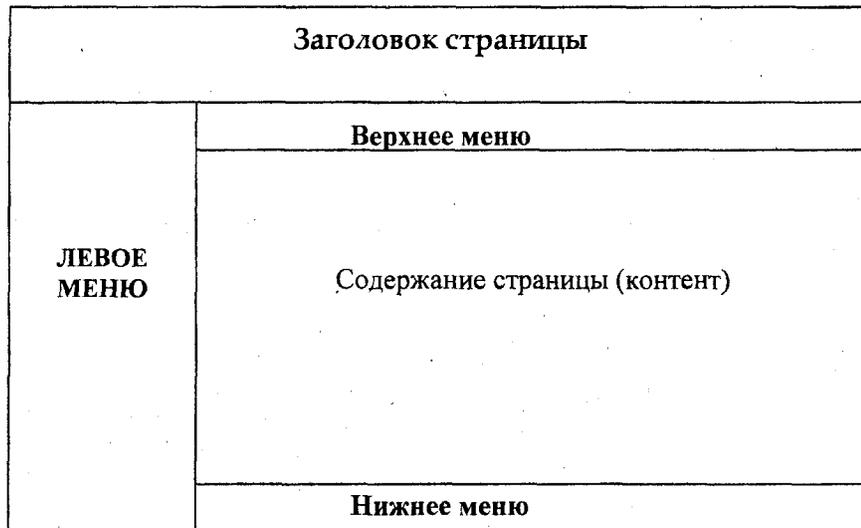
Для того чтобы описать модель данных в Интернет-представительстве, используя объектный подход, выделим основные классы объектов.

Интернет-представительство по своей сути является совокупностью множества страниц, которые имеют соответствующую форму представления (оформлены определенным образом) и содержание заданной структуры (наполнение, контент), а также содержат ссылки на другие страницы. Страница состоит из нескольких частей, таких как левое и верхнее меню, заголовок и нижняя часть, а также основная часть страницы, где представлено содержание.

Выделенные согласно логической структуре элементы страницы схематично представим на рисунке 1.

В соответствии с этим выделим класс «Страница», который будет описывать множество всех страниц Интернет-представительства. Прежде чем предложить его спецификацию, проанализируем предполагаемое содержимое объекта подобного класса и порядок работы с ним.

Контент веб-страницы состоит из блоков разных типов, таких, как «текстовый блок», «изображение», «линия». Некоторые блоки, такие, как «таблица», могут содержать в себе другие блоки, упорядоченные определенным образом. Следует отделять содержание блока (текст, точечное изображение и т.п.) от характера его представления (шрифт, размеры, выравнивание...). Так, для объекта класса «таблица» содержанием будет являться набор блоков, соответствующих ее ячейкам, а представлением – описание упорядочения этих блоков в строки и столбцы, свойства табличной сетки и т.п. Отметим, что у каж-



дого из блоков-ячеек имеются и свои свойства, отвечающие за представление.

Рисунок 1 – Структура типовой страницы Интернет-представительства

Выделим три основные группы свойств блока:

- а) отвечающие за хранение содержания (контента) блока
- б) описывающие представление информации (оформление блока)
- в) накладывающие ограничения на данный блок в рамках страницы (обязательность, возможность редактирования, допустимые сочетания с другими блоками, ограничения на содержимое).

Группируя классы блоков со схожим форматом данных содержания, можно получить суперклассы и соответствующие им подклассы, различающиеся деталями реализации (рисунок 2). Для любого блока определен стандартный набор действий (абстрактных методов), реализация которых будет зависеть от типа хранимых и представляемых блоком данных. Это создание/удаление, изменение содержимого либо формы его представления (например, выравнивание изображения, размер шрифта для текстового блока и т.п.)

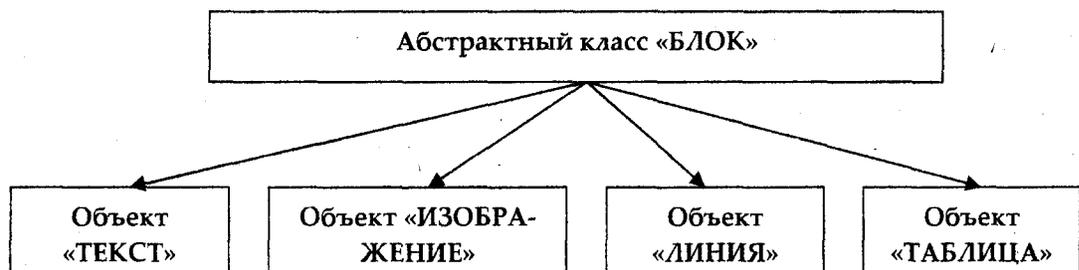


Рисунок 2 – Иерархия классов объектов-блоков страницы

Такие блоки, как «текст» или «изображение», могут иметь в своем составе одну или несколько гиперссылок. Для объекта, представляющего гиперссылку, существенны такие свойства, как координаты в рамках блока и адрес ссылки. Таким образом, к числу свойств блока добавляется список ссылок, входящих в его состав.

Когда возникает необходимость создавать экземпляры-потомки базового класса по некоторым идентификаторам, часто обращаются к т.н. «фабрикам», представляющим собой в большинстве случаев статические классы, создающие в соответствии с определенными правилами требуемые экземпляры [2]. Будем использовать такую фабрику для генерации объектов-блоков одного из реализованных подклассов. Фабрика при создании будет привязываться к определенной странице (редактируемой в настоящий момент) и пользоваться при создании блоков свойствами этой страницы, если они должны наследоваться блоками (например, общее оформление, допустимость ссылок на внешние ресурсы и прочие ограничения, установленные для данного класса страниц).

Особым случаем применения гиперссылок является меню – упорядоченный набор ссылок, возможно, имеющий древовидную структуру, (например, соответствующую структуре разделов Интернет-представительства). Помимо особого оформления, существенным отличием объекта «Ссылка меню» является наличие у каждой такой ссылки указателя на еще один экземпляр класса «Меню» (список ссылок). Этот экземпляр представляет собой подменю, вызываемое при активации данной ссылки (он может быть и не определен, если ссылка находится на самом нижнем уровне). На рисунке 3 представлены оба рассмотренных класса гиперссылок.

Методы данных классов тривиальны и изменяют соответствующие свойства объектов, причем для класса «ссылка» проверки допустимости уже не требуется – она осуществляется на уровне блоков, содержащих эти элементы.

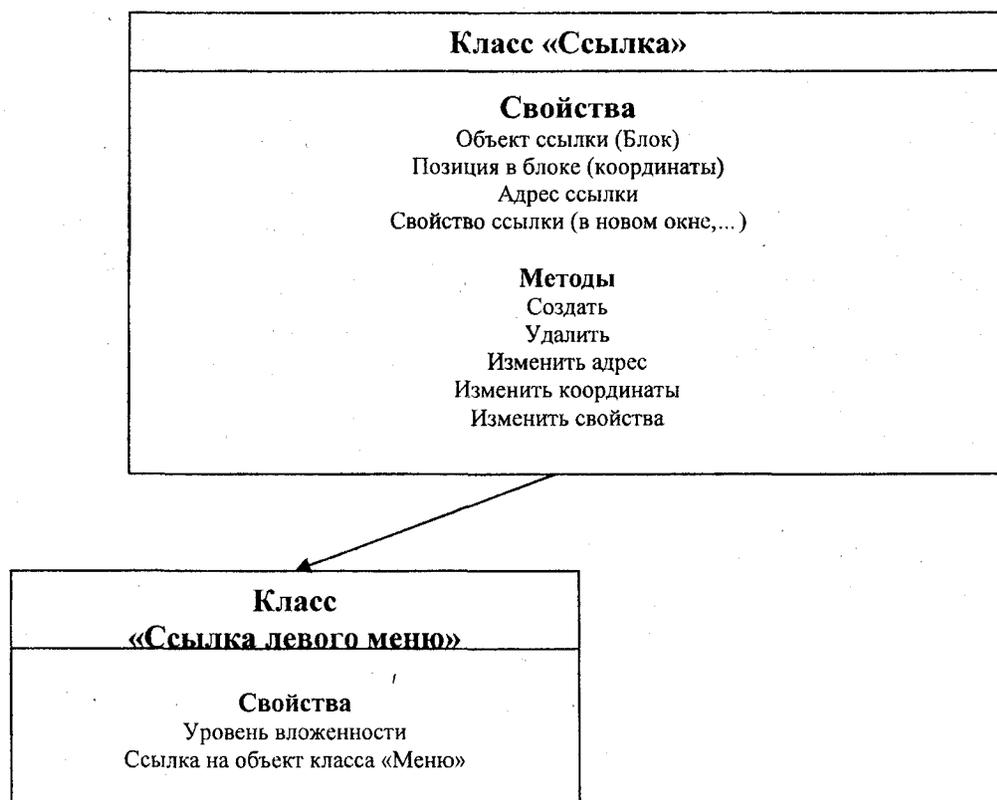


Рисунок 3 – Иерархия классов объектов-гиперссылок

В Интернет-представительстве ОрелГТУ существует два вида меню: «левое» - динамическое, располагающееся в левой части любой страницы и отображающее ее положение в иерархии разделов, и «верхнее» - статическое, содержащее ссылки на наиболее востребованные разделы сайта (рисунок 4).

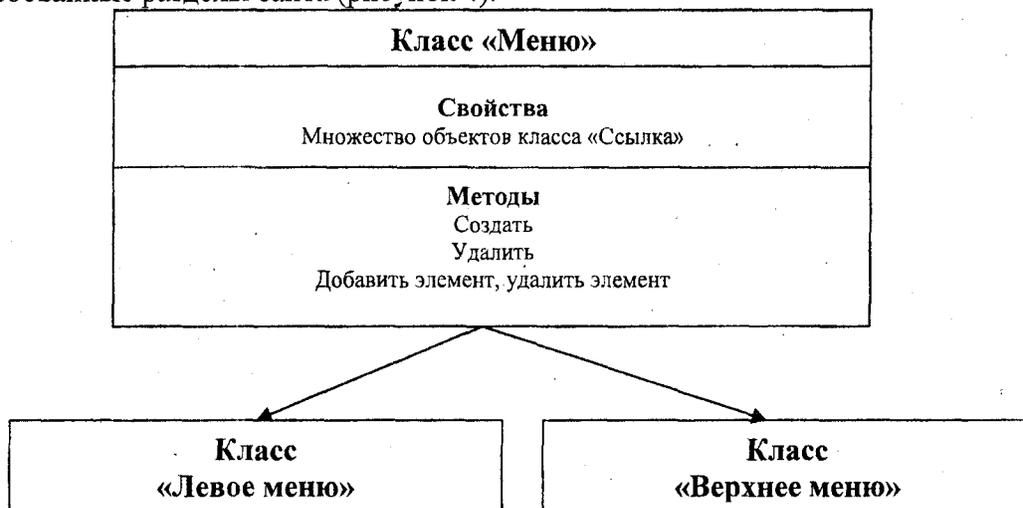


Рисунок 4 – Иерархия классов объектов «Меню»

Еще одной составной частью страницы являются колоннотитулы (верхний и нижний), которые могут содержать заголовки (общий и специфичный для конкретной страницы), статистическую информацию, сведения об авторских правах и т.п. Также в состав колоннотитула может входить один из вариантов меню сайта (в случае Интернет-представительства ОрелГТУ, верхнее меню входит в состав соответствующего колоннотитула) (рисунок 5).

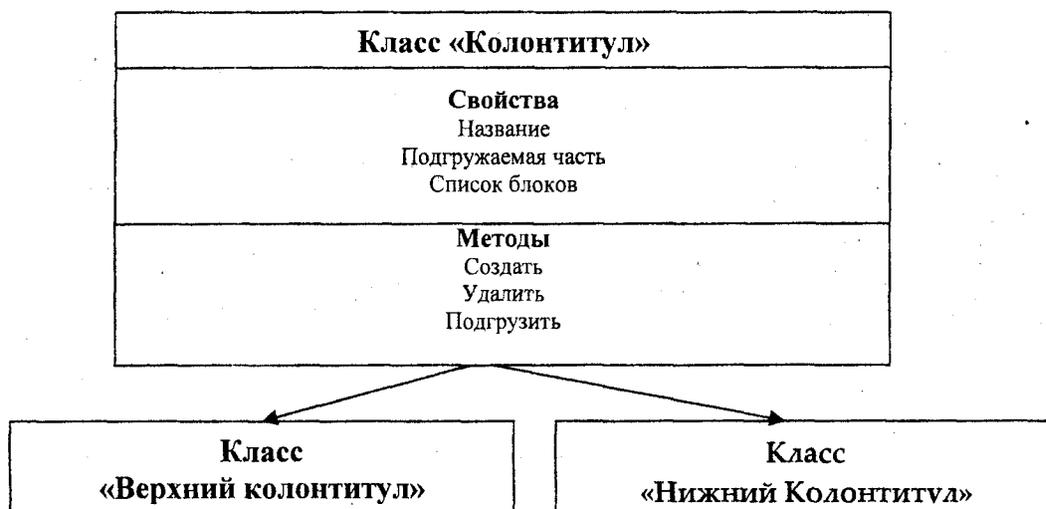


Рисунок 5 – Иерархия классов объектов-колоннотитулов

Содержимое колоннотитула можно разделить на статическое и динамическое – первое постоянно и заранее определяется редактором, второе вычисляется в процессе загрузки страницы и может зависеть от содержимого самой веб-страницы (например, ее заголовков, приветствие для пользователя либо статистическая информация).

Исходя из вышеизложенного, сформулируем концепцию класса «Страница» (рисунок 6). Помимо идентификатора страницы, используемого при запросе информации, из

базы данных или определении положения страницы в иерархии разделов, и названия страницы, он должен содержать такие свойства, как:

- 1) Список блоков, составляющих страницу
- 2) Колонтитулы (структуры данных для их хранения аналогичны таковым для блоков)
- 3) Оформление – общее для всей страницы (например, цвет фона либо основной шрифт).

<b>Класс «СТРАНИЦА»</b>
<b>Свойства</b> Идентификатор Название Структура – список объектов класса «БЛОК» Колонтитулы Оформление
<b>Методы</b> Создать Удалить Изменить структуру Получить текущий блок

Рисунок 6 – Описание класса «Страница»

При вызове метода из группы «изменить структуру» либо запросе указателя на блок для его редактирования выполняется проверка ограничительных свойств блока и принимается решение о допустимости требуемых операций.

Необходимо также хранить информацию о типе страницы, в зависимости от которого могут быть доступны либо недоступны отдельные действия с ней и ее блоками. В информации, предоставляемой большинством структурных подразделений, выделим типовые категории: такие, как «Общая информация», «Контактная информация», «Состав подразделения» и др. Для каждой из этих категорий характерны специфические наборы структур данных (их типы и последовательность), а также общие элементы. Целесообразно для подготовки страниц, соответствующих этим категориям, использовать шаблоны, содержащие описание необходимых блоков, последовательность их размещения, требуемое оформление и т.п. Шаблон будет состоять из последовательности своего рода сигнатур блоков в требуемом порядке, причем для каждого указываются значения его ограничительных свойств и значение контента блока по умолчанию. Подобные шаблоны можно рассматривать в терминах теории фреймов Минского [3]. Фреймом называют абстрактный образ для представления некоего стереотипа информации, например, поведения в некоторой ситуации или набора атрибутов, характерных чему-либо. Можно рассматривать шаблон некоторой страницы (или общий для некоторого класса страниц) как фрейм, у которого слотами будут сигнатуры блоков с указанием ожидаемых (допустимых или предполагаемых) свойств.

Механизм применения шаблонов может носить как вспомогательный характер (освобождение редактора Интернет-представительства от однотипных операций, предоставление ему заготовок, в которые достаточно только внести необходимые тексты и изображения), так и ограничительный (установление жестких требований к структуре и оформлению страниц и обеспечение выполнения этих требований пользователями-редакторами).

Вновь используем идею фабрики объектов для генерации экземпляров класса «Страница» в соответствии с выбранным шаблоном. При выполнении запроса к такой фабрике, исходя из типа требуемого объекта, будет прочитан файл либо запись в БД, представляющий нужный шаблон, после чего будет вызван конструктор требуемого класса страниц, и методы полученного объекта будут использованы для внесения в него указанных в шаблоне блоков с требуемыми свойствами. Указатель на готовый объект будет предоставлен пользователю; свойства, установленные отдельным блокам, исходя из шаблона, и общие свойства страницы, заданные методом фабрики, будут определять дальнейшее поведение объекта и его реакцию на действия пользователя (попытки модификации структуры и ее отдельных элементов).

Общая схема взаимодействия рассмотренных классов объектов представлена на рисунке 7 [4].

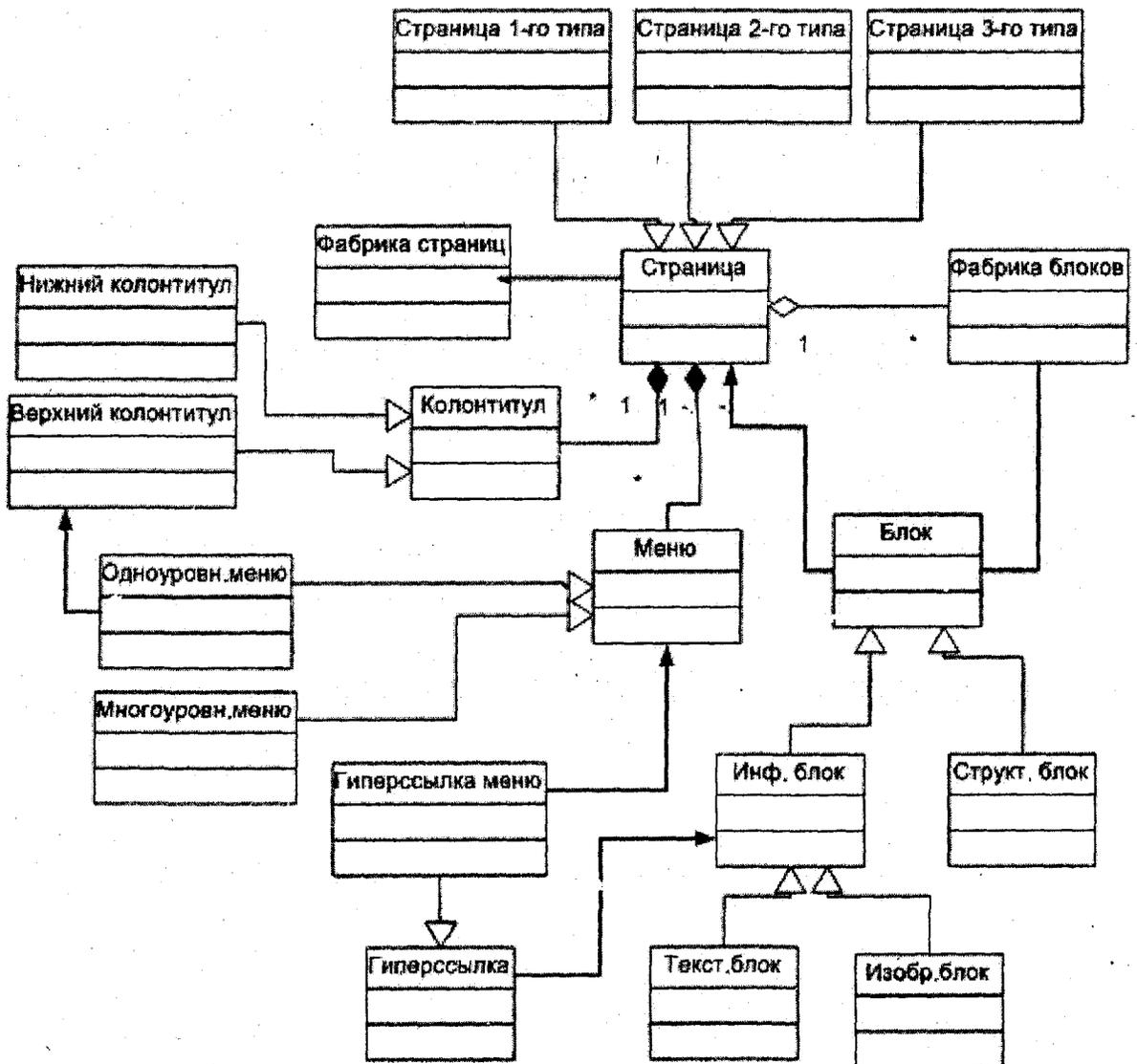


Рисунок 7 – Взаимодействие классов объектов Интернет-представительства

Описанная модель данных с незначительными упрощениями была использована при разработке автоматизированной системы подготовки, поддержки и контроля информационного наполнения Интернет-представительства ОрелГТУ [5, 6, 7], а также концеп-

ции и структуры самого Интернет-представительства, что позволило упростить процессы его подготовки, обновления и обеспечения корректности.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Грэхем, Иан. Объектно-ориентированные методы. Принципы и практика. – 3-е изд. [Текст] / Иан Грэхем. – М.: «Вильямс», 2004. – 880 с.
2. Александреску, А. Современное проектирование на C++. Обобщенное программирование и прикладные шаблоны проектирования [Текст] / А. Александреску. – М. «Вильямс», 2002. – 336с.
3. Минский, М. Фреймы для представления знаний [Текст] / М. Минский. – М. «Энергия», 1979. – 152с.
4. Иванова, Г.С. Технология программирования [Текст]: учебник для вузов / Г.С. Иванова. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. –320 с.
5. Константинов, И.С. Автоматизация процесса наполнения Интернет-представительства учебно-научно-производственного комплекса ОрелГТУ [Текст] / И.С. Константинов, С.В. Новиков, А.И. Фролов, А.В. Артемов // В сб. «Труды XIV Всероссийской научно-методической конференции «Телематика'2007», 18-21 июня 2007 г., Санкт-Петербург.
6. Новиков, С.В. Разработка автоматизированной системы подготовки информационного наполнения для Интернет-представительства УНПК ОрелГТУ [Текст] / С.В. Новиков, Д.В. Рыженков, А.В. Артемов // Наука і вища освіта: Тези доповідей учасників XV Міжнародної наукової конференції молодих науковців, м. Запоріжжя, 17-18 травня 2007 р.: У 3 ч./ Гуманітарний університет "Запорізький інститут державного та муніципального управління". - Запоріжжя: ГУ "ЗІДМУ", 2007. - Ч. 2. - С. 323-324.
7. Новиков, С.В. Схема работы автоматизированной системы подготовки, публикации и контроля информационного наполнения Интернет-представительства [Текст] / С.В. Новиков, А.В. Артемов, П.В. Дмитриенко // Известия ОрелГТУ. Серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии: информационные системы и технологии». - Орел: ОрелГТУ, 2007. - № 4-2/268(535). - С. 81-83.

**Новиков Сергей Владимирович**

Старший преподаватель кафедры «Информационные системы»  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Раб. телефон: 8 (4862) 43-68-14  
Email: web@ostu.ru

**Артемов Андрей Владимирович**

Ассистент кафедры «Информационные системы»  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Раб. телефон: 8 (4862) 43-68-14  
Email: web@ostu.ru

**Дмитриенко Павел Владимирович**

Инженер отдела веб-технологий и информационной поддержки РЦИО  
Орловский государственный технический университет, г. Орел  
Раб. телефон: 8 (4862) 43-68-14  
Email: orelnotre@mail.ru

УДК 621.391.15

ОВСЯНКИН С.В., ТУКЕЛЕВ А.В., МОЛЧАНОВ И.Н.

## АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ И ПУТЕЙ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИЕМА ИТЕРАТИВНО ДЕКОДИРУЕМЫХ КОДОВ

The characteristics iterative decoded codes and features of decoding iterative process are presented in article. Also the two-stage algorithm of reception minimizing probability of a decoding mistake and supposing constructive realization is offered.

### ВВЕДЕНИЕ

Одним из важных направлений совершенствования и развития цифровых систем связи является повышение помехоустойчивости передачи информации. При проектировании таких систем разработчики стремятся к максимизации эффективности системы: увеличению скорости передачи до максимально возможной, минимизации вероятности битовой ошибки, минимизации потребляемой мощности и ширины полосы пропускания, а также минимизации конструктивной сложности, вычислительной нагрузки и стоимости системы. Однако существует ряд теоретических ограничений, которые неизбежно влекут за собой компромиссы в реализации системных требований: минимальная теоретически требуемая ширина полосы частот по Найквисту, пропускная способность канала связи, технологические ограничения и др. Кодирование с исправлением ошибок можно рассматривать как инструмент, осуществляющий различные компромиссы системы.

В [3,4] К. Шеннон доказал, что вероятность ошибки стремится к нулю  $P_E \rightarrow 0$  при увеличении длины кода  $n \rightarrow \infty$ . В [2] показано, что существует нижняя граница (граница сферической упаковки) для вероятности ошибки наилучших кодов, с заданными  $n$  и  $R$ , для которой вероятность ошибки убывает экспоненциально по  $n$ , и показатели этих экспонент совпадают при скоростях, близких к пропускной способности, и в пределе при  $R \rightarrow 0$ :

$$e^{-n[E_{sp}\{R-O_1(n)\}+O_2(n)]} \leq P_E < e^{-nE(R)}, \quad (1)$$

где  $O_1(n)$  и  $O_2(n)$  - функции, стремящиеся к нулю с ростом  $n$ ,  $E_{sp}$  - функция Галлагера, входящая в нижнюю границу для вероятности ошибки,  $n$  - длина кода,  $R$  - скорость кода.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Опираясь на доказанные теоремы о снижении вероятности ошибки декодирования с ростом длины кода  $n$ , разработчики систем помехоустойчивого кодирования ориентировались на построение длинных кодов с максимально возможным минимальным расстоянием  $d_{\min}$  (в соответствии с границами для кодового расстояния – Хэмминга, Плоткина, Варшамова-Гильберта), определяющего корректирующие способности кода.

Однако одной из основных тенденций развития современных систем связи является стремление разработчиков сократить энергетические затраты на линии. Вследствие этого наблюдается широкое внедрение в современные спутниковые модемы (Comtech CDM-550, CDM-600, CDM-710) опции автоматического управления мощностью AUPC, что позволяет выравнивать мощность передатчика в соответствии с отношением сигнал/шум на удаленном модеме.

Таким образом, декодирование используемых кодов в условиях низкой энергетики принимаемых сигналов осуществляется вблизи границы Шеннона и, следовательно, сводится к декодированию на пределе корректирующих способностей кода. В [1] показано, что в этом случае сферы вокруг кодовых слов частично перекрываются (рис. 1).

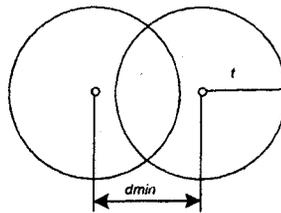


Рисунок 1 – Эффект перекрытия сфер вблизи границы Шеннона

Вследствие этого необходима разработка алгоритмов помехоустойчивого приема кодированных сигналов в условиях низких отношений сигнал/шум и обладающих конструктивной сложностью.

## ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИТЕРАТИВНО ДЕКОДИРУЕМЫХ КОДОВ

В условиях низкой энергетики принимаемых сигналов для достижения произвольно малой вероятности ошибки первостепенное значение имеет не минимальное расстояние  $d_{min}$ , а распределение числа кодовых слов заданного веса, причем среди этого распределения наиболее важную роль играют слова с малым весом. Невозможность приблизиться к границе Шеннона с помощью бесконечного увеличения длины  $n$  вследствие перекрытия сфер кодовых слов и отсутствие конструктивных способов построения декодеров из-за экспоненциального роста числа кодовых слов предопределили возникновение и развитие идей итеративно декодируемых кодов. К последним относится любой помехоустойчивый код, допускающий итеративное декодирование – обновление апостериорных вероятностей канальных символов за конечное число шагов (итераций). На рис. 2 представлена классификация итеративно декодируемых кодов.



Рисунок 2 – Классификация итеративно декодируемых кодов

Отличительной особенностью данных кодов является распределение кодовых слов с малым весом. В таблице 1 представлено распределение кодовых слов для сверточных кодов и турбокодов.

Таблица 1 – Распределение кодовых слов для сверточных кодов и турбокодов

$w$	$k=30$		$k=44$	
	$A^{\overline{NE}}(w)$	$A^{TK}(w)$	$A^{\overline{NE}}(w)$	$A^{TK}(w)$
6	0	0	0	0
7	33	2	47	2
8	30	8	43	1
9	3	11	1	5

Из анализа таблицы следует, что, несмотря на одинаковое минимальное расстояние (для  $k=30$   $d_{\min}=7$ ), число кодовых слов турбокода (ТК) с  $w=d_{\min}$  значительно меньше (2 против 33). Малое число кодовых слов с минимальным весом для ТК обеспечивается использованием рекурсивных систематических сверточных кодов совместно с перемежителем в каскадной конструкции. Поэтому ТК имеют распределение весов, похожее на распределение для случайных кодов.

Турбокоды могут считаться обновлением структуры каскадного кодирования с итеративным алгоритмом декодирования. ТК привлекли к себе внимание разработчиков систем связи не столько методом кодирования (ТК являются частным случаем обобщенных каскадных кодов, которые были известны и ранее), сколько итеративным способом декодирования. На рис.2 представлена подробная классификация турбокодов, выполненная как по конструктивным особенностям, так и по особенностям декодирования. Турбокоды формируются путем последовательного либо параллельного включения в единый каскад 2-3 простых кодов (блочных или сверточных). При этом в системах спутниковой связи наибольшее распространение нашли турбокоды на базе блочных (ТКБ), тогда как в системах беспроводного доступа – турбокоды на базе сверточных (ТКС). Турбокоды можно рассматривать как частный случай низкоплотностных кодов.

Низкоплотностные коды были открыты Галлагером более 40 лет назад, однако наибольшее распространение в современных системах связи нашли лишь в последнее время [2]. Это связано с появлением эффективного итеративного алгоритма декодирования. С помощью низкоплотностных кодов удалось достичь значения вероятности ошибки  $P_b = 10^{-5}$  при отношении сигнал/шум  $E_b/N_0 = 0,0045$  дБ и скорости кода  $R=0,5$ . Отличительной особенностью данных кодов является сильно разреженная проверочная матрица  $(N, K)$  с количеством единиц в каждом столбце  $j$  и в каждой строке  $k$ . На практике важное значение имеет низкая плотность проверок на четность, поскольку это позволяет значительно снизить вычислительные затраты на реализацию алгоритма декодирования при больших размерах матриц; так, для кода  $(N, K) = (2 \cdot 10^4, 10^4)$  проверочная матрица имеет следующие параметры:  $j=3$ ,  $k=6$ . Для реализации итеративного алгоритма декодирования для низкоплотностных кодов возможно построение графа Таннера, который имеет  $N$  кодовых вершин и  $N-K$  проверочных вершин (рис. 3).

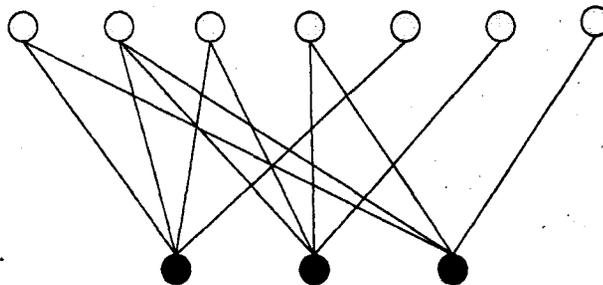


Рисунок 3 – Граф Таннера для кода Хемминга (7,4)

Низкоплотностные коды нашли широкое распространение в системах цифрового телевидения (стандарт DVB-S2).

Коды с повторением и накоплением (Repeat-Accumulate Codes) сочетают в себе идею тривиальных кодов повторения с рекурсивной процедурой вычисления проверочных символов путем накопления информационных бит.

### ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИЕМА ИТЕРАТИВНО ДЕКОДИРУЕМЫХ КОДОВ

В качестве примера, поясняющего процесс итеративного декодирования, предлагается рассмотреть декодирование турбокодов. Суть итеративного алгоритма декодирования состоит в обмене мягкими решениями с выходов компонентных декодеров на каждой итерации для уточнения оценки по максимуму правдоподобия (МП) или максимуму апостериорной вероятности (МАР).

Итеративный процесс декодирования заканчивается при достижении определенного числа итераций или по мере срабатывания критерия останова декодирования. При этом используется декодер с мягким входом - мягким выходом (рис. 4).

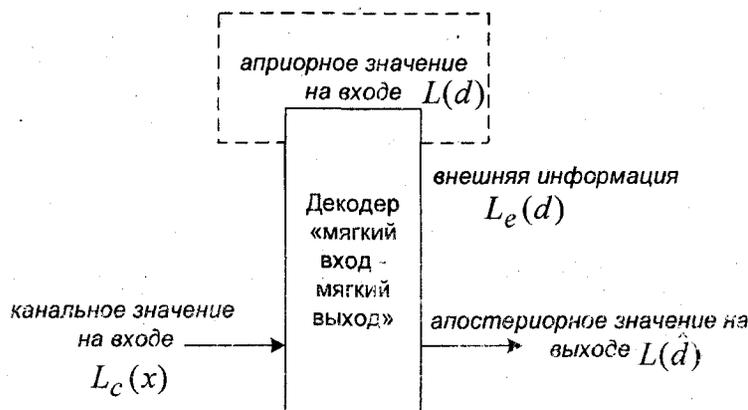


Рисунок 4 – Декодер с мягким входом – мягким выходом

На вход декодера на каждой итерации поступают значения отношений правдоподобия с выхода канала  $L_c(x)$  для информационных и проверочных бит и априорные значения информационных бит  $L(d)$ , причем на первой итерации априорные данные равновероятны. Далее, после осуществления каждой итерации процесса декодирования по одному из алгоритмов, выходная последовательность на выходе декодера записывается как

$$L(\hat{d}) = L_c(x) + L(d) + L_e(\hat{d}), \quad (2)$$

где  $L_e(x)$  - внешняя информация, поступающая на вход другого компонентного декодера на следующей итерации. На последней итерации осуществляется жесткое решение для выходной последовательности.

Итеративный процесс декодирования можно осуществить и при жесткой схеме принятия решения демодулятором. Однако, кроме потери 2 дБ (энергетический выигрыш мягкой схемы принятия решения по сравнению с жесткой), происходит ухудшение сходимости итеративного процесса. Другими словами, уже на ранних итерациях достигается определенный уровень вероятности битовой ошибки, который потом не меняется. Кроме того, динамический диапазон уровней достоверности декодированной последовательности в схеме с мягким решением гораздо выше, что позволяет выделять группу наименее надежных бит для осуществления усиленной обработки.

Анализ сходимости итеративного процесса декодирования для разных схем принятия решения демодулятора представлен на рис.5. При этом сравнение осуществлялось при различных отношениях сигнал/шум: для мягких решений демодулятора ОСШ на 2 дБ меньше.

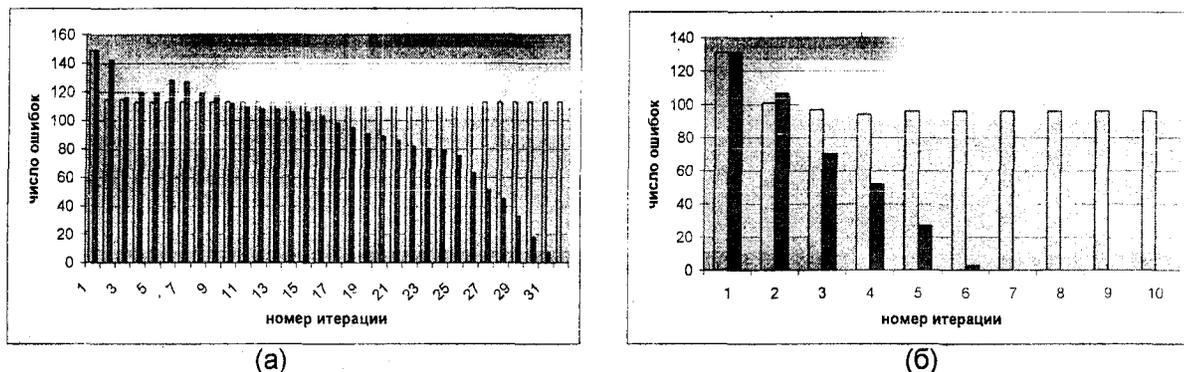


Рисунок 5 – Зависимость сходимости итеративного процесса для жестких и мягких решений демодулятора (перемежитель – псевдослучайный, длина блока – 1024 бит, (а): ОСШ = 0 (2 дБ) дБ, число итераций - 32, (б): ОСШ = 0,2 дБ (2,2 дБ), число итераций – 10)

Исходя из сходимости итеративного процесса в условиях низких отношений сигнал/шум, можно выделить режим насыщения, характерный для итеративно декодируемых кодов. Режим насыщения представлен на рис.6 для турбокодов.

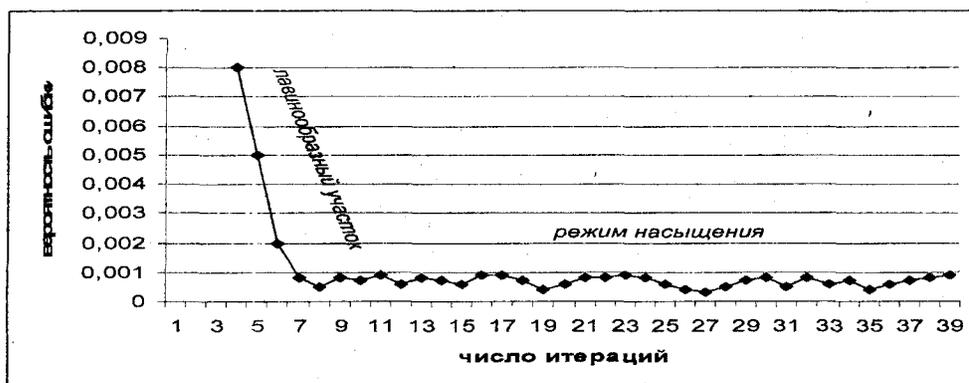


Рисунок 6 – Зависимость вероятности ошибки декодирования от числа итераций (ТК (23,35), длина блока n = 512 бит)

На рис.6 видно, что, начиная с 8 итерации, наступает режим насыщения и остается некоторое число неисправленных ошибок.

Режим насыщения итеративного декодера ведет к увеличению числа остаточных ошибок, которые значительно увеличивают вероятность ошибки на кадр. Следовательно, необходима разработка алгоритма помехоустойчивого приема сигналов с исправлением остаточных ошибок после итеративного декодера.

Для этого предлагается использовать двухэтапный алгоритм приема итеративно декодируемых кодов, где на первом этапе – уточняются оценки апостериорных вероятностей по максимуму апостериорной вероятности, а на втором этапе – принимается решение по последовательности.

Решающее правило двухэтапного алгоритма декодирования ТК записывается следующим образом:

$$Q_i^K(j) = \exp \left\{ -\frac{1}{\sigma_0^2} \sum_{i=1}^y \left[ \sum_{k=1}^{\Lambda} \|\hat{L}_{i+k}^l - C_{kj}\|^2 / \sum_{h=1}^v \|\hat{L}_{i-v+h}^l - C_{hj}\|^2 \right]_i \right\}, \quad (3)$$

$$j = 1, \dots, L, \quad i = 1, \dots, y, \quad k = 0, \dots, \Lambda - 1, \quad \Lambda = u \cdot 2^{v+k_0K},$$

$$\hat{q}_i^K = \arg \max_{\hat{L}_{q_i}} [Q_i^K(j)], \quad 1 \leq i \leq n,$$

где  $\hat{L}_i^l$  - оценки MAP декодера, выполненные на предыдущих итерациях,  $\hat{L}_{q_i}$  - оценки MAP декодера для состояний суперрешетки,  $C_j$  - набор разрешенных кодовых комбинаций на длине принятия решения,  $L$  - число разрешенных кодовых комбинаций,  $l$  - номер итерации,  $y$  - число компонентных кодов,  $v$  - длина кодового ограничения,  $K$  - длина принятия решения,  $\Lambda$  - размер списка,  $u$  - коэффициент использования списка.

Для Turboкодов на базе блочных схематично двухэтапный алгоритм представлен на рис.7.

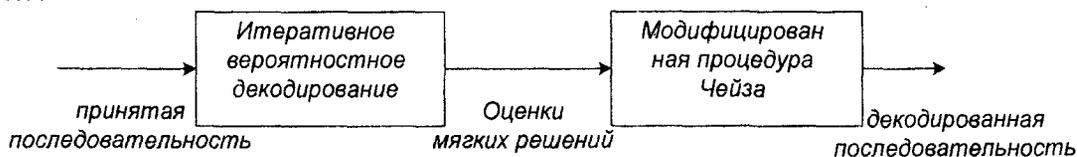


Рисунок 7 – Двухэтапная процедура декодирования ТКБ

Таким образом, с целью повышения качества приема сигналов итеративно декодируемых кодов разработан двухэтапный алгоритм декодирования по максимуму правдоподобия, учитывающий оценки канальных символов по максимуму апостериорной вероятности и минимизирующий вероятность ошибки декодирования по сравнению со стандартными алгоритмами. Проведенные лабораторные и натурные эксперименты подтверждают энергетический выигрыш от применения разработанного алгоритма, который, например, для Turboкодов составляет порядка 0,2 дБ.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Варгаузин, В. Вблизи границы Шеннона [Текст] / В. Варгаузин // Мультимедиа. – М.: Радио и связь, 2005. – с.3-10.
2. Галлагер, Р. Теория информации и надежная связь [Текст] / Р. Галлагер. – М.: Издательство иностранной литературы, 1974. - 711 с.
3. Шеннон, К. Работы по теории информации и кибернетике [Текст] / К. Шеннон. – М.: Издательство иностранной литературы, 1963. – 829 с.
4. Шеннон, К. Некоторые результаты по теории кодирования для каналов с шумами [Текст] / К. Шеннон. – М.: Издательство иностранной литературы, 1963. – 22 с.

**Овсянкин Сергей Владимирович**

Научный сотрудник специализированной научно-исследовательской группы, к.т.н.  
Академия ФСО России  
Тел. +7-910-748-2839

**Тукелев Артем Васильевич**

Начальник специализированной научно-исследовательской группы, к.т.н.  
Академия ФСО России  
Тел. +7-910-748-2854

**Молчанов Илья Николаевич**

Инженер лаборатории  
Академия ФСО России

УДК 681.5

ПАРАМОХИНА Т.М.

## СПОСОБЫ И ПРИЕМЫ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ РЕАЛИЗАЦИЙ ПРОТОКОЛОВ ИНФОРМАЦИОННОГО ОБМЕНА

The methods of the information exchange protocol attestative tests, including model of processes of an information exchange; a methods of the tests automated generation; blocks of the data analysis and decisions by results of test is presented.

Актуальность исследования направлений совершенствования аттестационных испытаний протоколов информационного обмена (ПИО) обусловлено необходимостью постоянной проверки выполнения ими заданных функций, определения соответствия требованиям технического задания, а также количественным и качественным характеристикам, выявления и устранения недостатков в функционировании разработанной документации. Представление ПИО, как совокупности формализованных синтаксических и семантических правил, определяет работу средств информационного обмена в процессе обработки данных, позволяет описать статические и динамические свойства взаимодействия протокольных объектов (функциональных модулей одного уровня) и может служить основой документирования. Выбор ПИО позволяет определить сигналы, форматы данных, способы проверки ошибок, а также алгоритмы для интерфейсов, включая принципы подготовки сообщений, передачи и анализа на различных уровнях детализации, обеспечить защиту от угрозы, вносимых средой обработки данных. В этом смысле рассмотрение протоколов с точки зрения соглашения между двумя протокольными объектами о формате и содержании служебной информации управления позволяет осуществлять наблюдение за состоянием области обработки, а также определить последовательность управляющих сигналов и процедуры обмена данными в среде АСУП.

Аттестационные испытания охватывают проверку:

- полноты и качества реализаций функций при штатных, предельных и критических значениях параметров в различных условиях функционирования, указанных в техническом задании;
- выполнения требований, относящихся к интерфейсу ПИО;
- механизмов восстановления работоспособности ПИО после отказов.

Предлагаемая методика аттестационных испытаний ПИО включает в себя формальную модель, методику автоматизированной генерации тестов, блоки анализа данных и решений по результатам аттестационных испытаний (рис. 1).

В качестве входных данных используется описание тестируемого протокола на языке SDL. Внешнее воздействие на среду информационного обмена рассматривается как имитация характеристик каналов связи с ошибками. Полагаем, что ошибки структуры протокольных блоков данных (ПБД) будут проявляться в значениях параметров сигнала конечного автомата. Формальная модель содержит:

- разработанную модель процессов информационного обмена;
- методику автоматизированной генерации тестов;
- результаты решения систем ограничений для переходов и путей недетерминированного конечного автомата (НКА) с предикатами с использованием симплекс-метода линейного программирования.

Модель процессов информационного обмена предлагается в виде недетерминированного конечного автомата (НКА) с предикатами [3], которая позволяет вводить перемен-

ные в виде множества входных и выходных сигналов и предполагает существование разбиений данных множеств по типу сигнала.

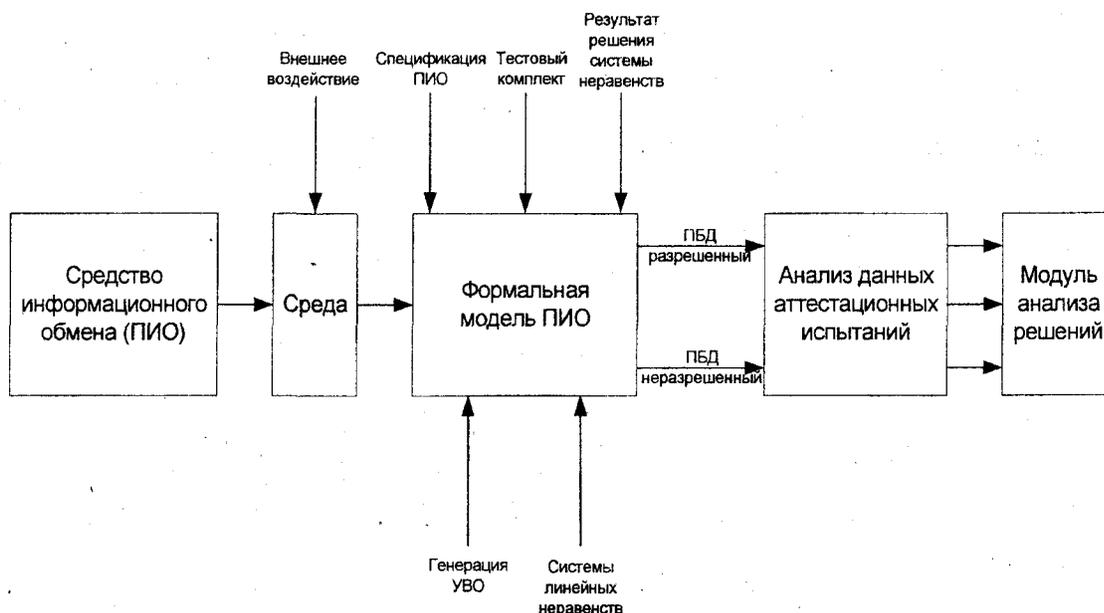


Рисунок 1 – Методика аттестационных испытаний средств информационного обмена

При аттестационном испытании сравниваются эталонная модель и объект, представленные конечными автоматами  $E_s$  и  $E_j$ , на основе понятия их псевдоэквивалентности. Процедура испытания заключается в применении к объекту тестовой последовательности  $\gamma$  с целью выявления ошибок. Под тестовой последовательностью в исследовании понимается последовательность соответствующих пар входного и выходного сигналов:  $\langle\langle x_1 / y_1 \rangle, \dots, \langle x_1 / y_1 \rangle\rangle$ .

Тестовая последовательность должна быть построена таким образом, чтобы при тестировании выносился положительный вердикт, если эталонная модель  $E_s$  и автомат  $E_j$ , моделирующий объект, псевдоэквивалентны и отрицательный вердикт в противном случае, что отражается свойством:

$$V(\gamma, J) = 1 \Leftrightarrow E_s \equiv E_j.$$

Подтверждение псевдоэквивалентности эталонной модели  $E_s$  и модели объекта  $E_j$  заключается в проверке наличия в модели объекта всех переходов, представляемых в таблице переходов эталонной модели. Сравнение таблиц переходов двух автоматов осуществляется по внешнему поведению. При этом используемая входная последовательность должна покрывать все переходы эталонной модели, которая в свою очередь должна иметь фиксированное начальное состояние  $s_0$ . Таким образом, задача анализа аттестационных испытаний может быть сведена к подзадаче достижения выбранного перехода эталонной модели из начального состояния  $s_0$ . При этом выполнение перехода расширенного конечного автомата происходит при исчислении предиката перехода. В общем случае вид предиката перехода может быть произвольным. Однако трудоемкость перебора может быть сокращена за счет выбора предикатов специального вида, например, линейных.

Методика автоматизированной генерации тестов включает в себя следующие этапы:

- поиск уникальных последовательностей в НКА;
- поиск уникальной входной области;

- построение тестового комплекта;
- оптимизацию поиска покрытия перехода в НКА.

Для каждого этапа разработаны алгоритмы, позволяющие реализовать методику подготовки тестов на практике [2].

На основе оценки общей длины теста, а также количества сигналов «сброса», включаемых в тест, выполнено обоснование выбора в качестве базового метода тестирования конечного автомата – метода уникальных последовательностей (УП).

УП существуют практически для всех известных детерминированных конечных автоматов, моделирующих протоколы информационного обмена. Однако при использовании недетерминированного конечного автомата вероятность нахождения УП снижается, так как при переходе от детерминированного автомата к недетерминированному выполняется объединение группы состояний в одно состояние, а группы входных сигналов в один сигнал. В связи с этим для идентификации состояний в НКА с предикатами был введен аналог уникальной последовательности – уникальной входной области (УВО).

Для упрощения процедуры тестирования предлагается структурировать тест по тестируемым состояниям. Полученный при этом тестовый комплект, представляет собой совокупность тестовых примеров, предназначенных для проверки отдельных переходов. Тестовые примеры объединяются в тестовые группы, идентифицирующие переходы, исходящие из одного состояния.

На уровне автомата, моделирующего поведение протокола, разрешенные и неразрешенные ПБД обрабатываются одинаково, как сигналы автомата.

Необходимо отметить, что при аттестационных испытаниях рассматриваются только возможности ПИО, описанные техническими условиями или стандартами. Если стандарты не содержат правил обработки некорректных сигналов, решение о том, как их обрабатывать, перекладывается на разработчика конкретной реализации.

При обработке некорректных сигналов по умолчанию основными являются следующие подходы:

- при получении некорректных сигналов ПИО не меняет своего состояния, при этом такие сигналы либо игнорируются, либо выдается сигнал об ошибке;
- при получении некорректных сигналов ПИО переходит в состояние восстановления информации.

Результаты аттестационных испытаний протоколируются в виде набора отчетов, в которых испытательная лаборатория излагает свое суждение о результате тестирования и предлагает одно из следующих решений:

- 1) о прохождении;
- 2) о безуспешности;
- 3) о незавершенности.

После выполнения операций тестирования осуществляется оценка спецификации ПИО.

Экспериментальное применение модели процессов информационного обмена и методик аттестационных испытаний осуществлялась для протокола ТСР, как наиболее распространенного протокола транспортного уровня, используемого в среде АСУП.

Основными функциями ТСР являются:

- сегментация данных пользователя;
- последовательная нумерация сегментов;
- повторная передача потерянных и испорченных сегментов;
- управление скоростью передаваемых данных.

С использованием разработанных методик была получена тестовая последовательность для протокола ТСР. В результате эксперимента для эмуляции запуска теста было сгенерировано около 5 млн. конечных автоматов с внесенными ошибками в конечном состоянии и выходном сигнале переходов. Тестом были выявлены все автоматы, неэквива-

лентные эталонному. Данный результат позволил сделать вывод о том, что полученный тест имеет покрытие ошибок в конечном состоянии и выходном сигнале переходов, близкое к 100%.

Методика аттестационных испытаний для протоколов информационного обмена, реализующая модель процессов информационного обмена и методику автоматизированной генерации тестов для протоколов информационного обмена, может использоваться специализированными лабораториями предприятий для оптимизации состава протоколов, сервисов, услуг, функций, а также сокращения сроков интеграции и комплексной отладки специализированных протоколов информационного обмена.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Еременко, В.Т. Моделирование процессов информационного обмена в распределенных управляющих системах [Текст]: монография, под общ. редакцией И.С. Константинова / В.Т. Еременко. – М.: Машиностроение-1, 2004. - 224 с.
2. Еременко, В.Т. Алгоритмы и процедуры генерации тестирования для протоколов информационного обмена [Текст] / Т.М. Парамохина, В.Т. Еременко // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2006. – №12. – М.: Машиностроение. – С.46-50.
3. Парамохина, Т.М. Математическая модель тестируемой реализации протоколов информационного обмена [Текст] / Т.М. Парамохина // «Информационные технологии в науке, образовании и производстве» (ИТНОП). Материалы международной научно-технической конференции. Т1. – Орел: Издательство Орел-ГТУ, 2006. – С.161-164.
4. Парамохина, Т.М. Автоматизация процессов аттестационных испытаний протоколов информационного обмена [Текст] / Т.М. Парамохина, С.В. Еременко, С.В. Костин, М.А. Сонькин // Вестник компьютерных и информационных технологий. 2007. – №10. – М.: Машиностроение. – С.19-24.

Парамохина Татьяна Михайловна  
К.т.н., старший преподаватель кафедры математики  
Академия ФСО России  
Россия, г. Орел.  
Тел.: +7(4862) 43-14-37

УДК 681.324

ПОПОВ В.В.

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ИСТОЧНИКОВ НЕСАНКЦИОНИРОВАННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В СИСТЕМАХ СПУТНИКОВОЙ СВЯЗИ

In article presented methodic based on radiodetermination methods and allows to define the site of not authorized users of satellite communication.

Проблема определения местоположения радиоэлектронных средств, осуществляющих несанкционированный доступ к ресурсу бортовых ретрансляционных комплексов (БРК) расположенных на космических аппаратах (КА), является весьма актуальной [1]. Противодействие несанкционированному вмешательству состоит в определении координат источников несанкционированного излучения (ИНИ) для предъявления различного рода санкций и (или) создания условий, обеспечивающих невозможность работы нелегитимных пользователей.

Задача определения местоположения объекта в общем случае может быть решена на основе использования методов радиолокации и (или) радиопеленгации [2]. Следует отметить, что задача определения координат ИНИ по ретранслированному сигналу имеет свои специфические особенности, отличные от обычных навигационных определений. К ним следует отнести:

1. Применение БРК на геостационарной орбите (ГСО) без обработки сигнала на борту.
2. Беззапросный, относительно земной станции спутниковой связи (ИНИ), характер измерений.
3. Канал спутниковой связи, состоящий из двух участков (линии "вверх" и линии "вниз").
4. Необходимость учета частотной нестабильности гетеродинов БРК.
5. Отсутствие априорной информации о местоположении земной станции спутниковой связи (ЗССС).

Учитывая малую применимость существующих подходов, значимость решения задачи определения местоположения ЗССС (ИНИ) и исходные условия задачи, необходима разработка новых методов и алгоритмов для её решения.

В традиционном понимании, для определения местоположения некоторого объекта на поверхности земли необходимо иметь в пространстве как минимум две базы пеленгования (или три пункта), для которых рассчитывается параметр местоопределения – разность дальностей  $\Delta d$ . Размер базы от единиц до сотен километров, причем каждая база состоит из двух разнесенных приемников, измеряющих в качестве параметра поверхности положения задержку сигнала  $\Delta t$ , принятого одним приемником по отношению к другому.

Для радиомониторинга ССС с МДЧР целесообразно использовать способ определения местоположения ЗС СС по фазовому сдвигу частоты, что требует модификации существующих вариантов разностно-дальномерного метода, заключающейся в разработке новых способов определения параметра местоположения – разности наклонных дальностей (дифференциальной дальности) от ЗССС (ИНИ) до БРК.

В случае использования разностно-дальномерного метода для систем с ретранслированным сигналом разностно-дальномерные базы можно образовать при одновременном использовании двух пар радионавигационных точек (РНТ) с нетождественными параметрами орбиты. Но возможно также последовательные во времени положения одной РНТ рассматривать как различные пункты, образующие соответствующие базы.

В данном случае предлагается этими пунктами считать точки нахождения КА на орбите, по которой он осуществляет движение, в определенные моменты времени. Процесс определения точек орбиты КА будем называть синтезированием пространственно-временных баз системы определения местоположения, а расстояние между крайними положениями пары точек его орбиты будем называть стереобазой разностно-дальномерных измерений.

Таким образом, непосредственному измерению подлежат разности расстояний. Разность расстояний  $\Delta d$  как навигационный параметр может измеряться непосредственно, но может быть получена на основе измерения производных параметров.

К сожалению, непосредственное измерение наклонной дальности  $D_i$  от КА до ИНИ недоступно, поскольку пеленгуемая ЗССС эту процедуру не поддерживает. Поэтому необходимо найти способ оценки дифференциальной дальности  $|D1 - D2|$  по параметрам несанкционированно излучаемого сигнала, исключая саму необходимость активного участия искомой ЗССС (ИНИ) в этой процедуре.

С этой целью предлагается вариант фазового слежения за пеленгуемым сигналом, позволяющий не только улучшить точность и быстродействие разностно-дальномерных измерений, но и одновременно упростить технические средства пеленгации. Данный метод базируется на том, что собственно сами наклонные дальности  $D_i$  до пеленгуемой ЗССС не нужны и достаточно лишь оценить их разность  $|D1 - D2| = V_i$  в конечных точках  $S1$  и  $S2$  заданной или известной стереобазы ИСЗ.

При реализации модифицированного разностно-дальномерного (МРД) метода местоположение ИНИ соответствует точке пересечения двух гиперболических поверхностей, разность расстояний  $V_i$  от каждой точки которых до двух фиксированных положений КА в пространстве в различные моменты времени постоянна.

В результате измерений характеристик ретранслированного сигнала ЗССС (задержки сигнала) для некоторых интервалов времени, характеризующихся различными пространственными координатами БРК, можно оценить лишь значения параметров местоопределения  $V_1$  и  $V_2$ ; которые функционально связаны с координатами КА. Для определения координат ИНИ измерительная информация должна обрабатываться по соответствующему алгоритму, составляющему содержание координатометрической задачи.

Естественно, что в системе радиомониторинга, где определяются координаты заранее неизвестных объектов, координатометрическая задача решается в условиях априорной неопределенности, что склоняет к применению конечных, неитеративных методов. Уравнения, описывающие поверхности положения ИНИ при реализации МРД метода определения местоположения, не являются линейными, поэтому для решения координатометрической задачи целесообразно находить оценки координат ИНИ и затем, посредством итеративной процедуры, их уточнять.

Первоначальным этапом является выбор точек стереобаз из сводки архивных данных орбитальных параметров суточного полетного интервала космического аппарата. При этом необходимо выбрать множество точек характерных стереобаз КА, отвечающих условию почти равных высот  $R = const$ , км – для горизонтальных стереобаз (изменение позиции ИСЗ по долготе), а также аналогичных точек стереобаз для условия почти равных долгот  $L = const$ , км – для вертикальных стереобаз (изменение позиции ИСЗ по широте). При выборе таких условий стереобазы взаимно ортогональны, что обеспечивает наивысшую точность пеленгации объекта.

На основании полученных координат крайних точек таких синтезированных стереобаз КА  $S1(x_1, y_1, z_1)$  и  $S2(x_2, y_2, z_2)$  и измеренной разности наклонных дальностей до пеленгуемой ЗССС из этих точек, можно построить проекцию ГПЛ на земной поверхности, на которой находится пеленгуемая станция. Эти данные для двух или более стереобаз

позволяют выявить местонахождение искомого объекта, если текущее пространственное положение спутника связи в моменты (точках) измерений будет точно известно в некоторой общей, например, геоцентрической системе координат.

Для определения дифференциальной наклонной дальности необходимо из сигнала пеленгуемой ЗССС (ИНИ), ретранслированного через спутник на ЗСР, извлечь регулярную временную последовательность  $f(kT_0)$ , например, из его несущей или тактовой частоты передачи информации. Зная хронизирующую частоту  $F_0 = 1/T_0$ , на ЗСР можно дискретно накопить и измерить временной интервал  $\tau$ , требуемый для пробега сигнала пеленгуемой ЗС по трассе "Земля-борт-Земля"  $D1$  в точке  $S1$  стереобазы КА. Повторив эту процедуру для второй точки  $S2$  стереобазы КА и определив  $D2$ , можно найти разность наклонных дальностей:

$$|D1 - D2| = \{(k_1 - k_2)T_0\}c = (\tau_1 - \tau_2)c = V_1 = const, \quad (1)$$

где  $c$  – скорость света.

Поверхностью ГМТ с измеренной (постоянной) разностью наклонных дальностей пеленгуемого объекта до пары конечных точек  $S1$  и  $S2$  стереобазы КА является двуполостный гиперboloид (рис. 1).

Стандартное (каноническое) уравнение двуполостного гиперboloида (ДГ) имеет вид:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1. \quad (2)$$

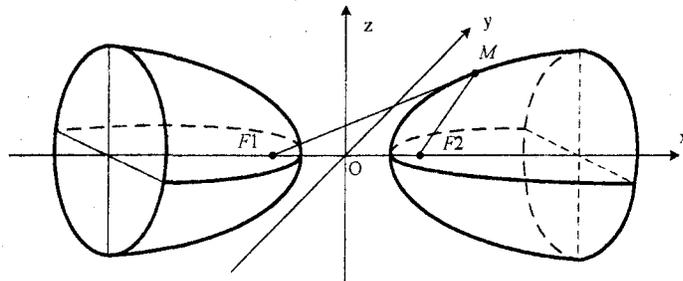


Рисунок 1 – Поверхность положения при измерении разности дальностей – двуполостный гиперboloид

При этом разность расстояний от любой точки  $M$  поверхности ДГ до его фокусов  $F1$  и  $F2$  постоянна:

$$|F1M| - |F2M| = const. \quad (3)$$

Асимптотический конус (вне поверхности) описывается уравнением:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 0, \quad (4)$$

Сечением двуполостного гиперboloида плоскостью, параллельной двум прямолинейным образующим асимптотического конуса является гипербола (рис. 2). Гипербола представляет собой геометрическое место точек  $M$  на плоскости, разность текущих расстояний  $F1M$  и  $F2M$  которых до двух заданных точек (фокусов)  $F1$  и  $F2$  также постоянна.

$$|D1 - D2| = |F1M| - |F2M| = \pm 2a = const. \quad (5)$$

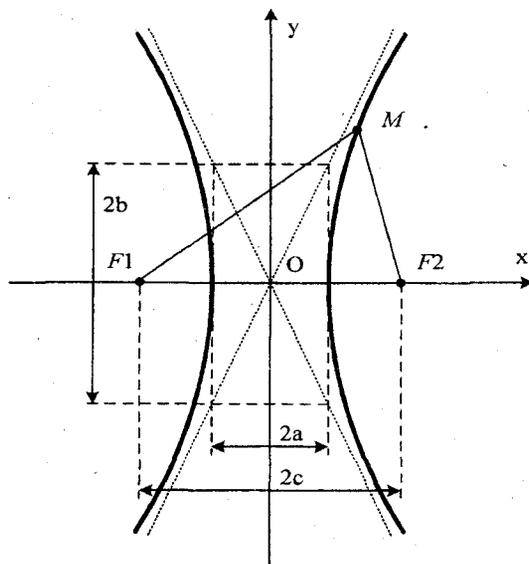


Рисунок 2 – Параметры гиперболы

Стандартное (каноническое) уравнение гиперболы имеет вид:

$$\frac{x^2}{a^2} - \frac{y^2}{b^2} = 1. \quad (6)$$

Длина действительной оси гиперболы, т. е. расстояние между ее вершинами, равна  $2a$ . Мнимой осью называется главная ось, перпендикулярная к действительной оси и равная  $2b$ . Точки  $F1(c,0)$  и  $F2(-c,0)$  – фокусы гиперболы, а межфокусное расстояние равно  $|F1F2| = 2c$ . Отметим, что фокусами исходной гиперболы являются крайние точки стереобазы, т.е.  $S1 \in F1$  и  $S2 \in F2$ .

Таким образом, отрезок прямой между двумя точками нахождения ИСЗ на орбите в определенные моменты времени  $S1$  и  $S2$  совпадает с действительной осью гиперboloида. При этом точки  $S1$  и  $S2$  лежат в фокусах образующей гиперболы, а измеренная разность наклонных дальностей до них есть длина действительной оси  $2a$ .

$$V1 = |D1 - D2| = (\tau_1 - \tau_2)c = |2a_1| = const, \quad (7)$$

$$|S1 - S2| = |2c_1|. \quad (8)$$

Все остальные параметры образующей гиперболы и двухполостного гиперboloида определяются канонически и, в частности:

$$b_1 = \sqrt{c_1^2 - a_1^2}. \quad (9)$$

Аналогичны рассуждения и для крайних точек  $S3(x_3, y_3, z_3)$  и  $S4(x_4, y_4, z_4)$  второй синтезированной стереобазы КА:

$$V2 = |D3 - D4| = (\tau_3 - \tau_4)c = |2a_2| = const, \quad (10)$$

$$|S3 - S4| = |2c_2|, \quad (11)$$

$$b_2 = \sqrt{c_2^2 - a_2^2}. \quad (12)$$

При расчетах Землю аппроксимируем сферой, описываемой уравнением:

$$\frac{x^2}{R_3^2} + \frac{y^2}{R_3^2} + \frac{z^2}{R_3^2} = 1, \quad (13)$$

где  $R_3$  – радиус Земли.

Таким образом, при реализации МРД метода определения координат ИНИ в геоцентрической системе координат необходимо решить систему уравнений:

$$\begin{cases} \frac{x_{\text{ИНИ}}^2}{a_1^2} - \frac{(y_{\text{ИНИ}} - r_{s2})^2}{b_1^2} + \frac{z_{\text{ИНИ}}^2}{c_1^2} = 1 \\ \frac{x_{\text{ИНИ}}^2}{a_2^2} - \frac{(y_{\text{ИНИ}} - r_{s4})^2}{b_2^2} - \frac{z_{\text{ИНИ}}^2}{c_2^2} = 1. \\ \frac{x_{\text{ИНИ}}^2}{R_3^2} + \frac{y_{\text{ИНИ}}^2}{R_3^2} + \frac{z_{\text{ИНИ}}^2}{R_3^2} = 1 \end{cases} \quad (14)$$

где  $x_{\text{ИНИ}}$ ,  $y_{\text{ИНИ}}$ ,  $z_{\text{ИНИ}}$  – координаты ИНИ;  $r_{s2}$  и  $r_{s4}$  – радиус-вектор КА в точках  $S2$  и  $S4$  соответственно;  $a_1$ ,  $b_1$ ,  $c_1$  и  $a_2$ ,  $b_2$ ,  $c_2$  – параметры первого и второго ДГ соответственно.

Соотношения (7-14) являются аналитической моделью МРД метода определения местоположения и позволяют найти первоначальную оценку координат ИНИ в геоцентрической системе координат.

Графическая интерпретация МРД метода представлена на рисунке 3. Точка пересечения проекций ГПЛ для ортогональных стереобаз в экваториальной ( $S1-S2$ ) и меридиональной ( $S3-S4$ ) плоскостях с подстилающей поверхностью является точкой местонахождения ИНИ. В качестве подстилающей поверхности может выступать поверхность земного геоида или проекция Земли на плоскость.

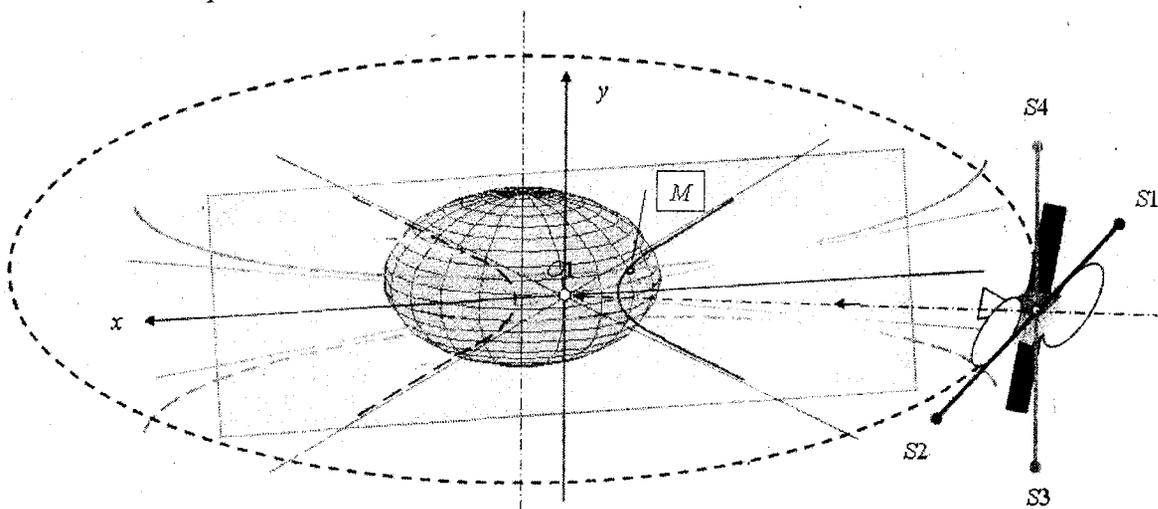


Рисунок 3 – Графическая интерпретация модифицированного разностно-дальномерного метода

Общий алгоритм расчета местоположения (расчета координат ИНИ) на основе МРД метода представлен на рисунке 4.

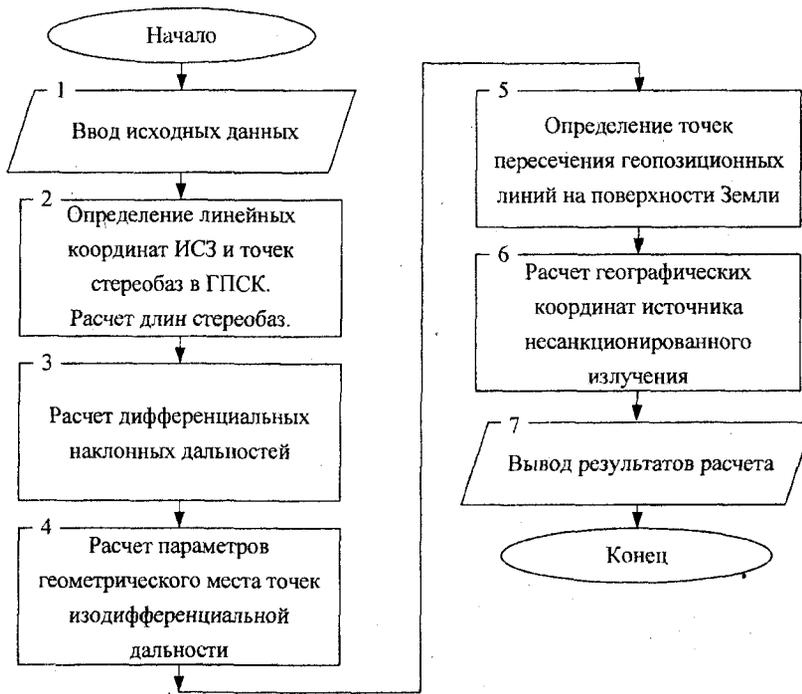


Рисунок 4 – Блок-схема алгоритма расчета координат ИНИ на основе модифицированного разностно-дальномерного метода

Алгоритм расчета местоположения на основе МРД метода включает следующие этапы:

1. Задаются следующие исходные данные:

а) вектор параметров  $\Pi_{\langle 3 \cdot N \rangle} = \langle r_{si}, \lambda_{si}, \varphi_{si} \rangle$ :

– радиус-вектор КА в различных точках траектории суточного полета  $r_{si}$ ,  $i = \overline{1, N}$ , где  $N$  – число точек стереобаз, используемых при расчетах;

– долгота КА в различных точках траектории суточного полета  $\lambda_{si}$ ,  $i = \overline{1, N}$ ;

– широта КА в различных точках траектории суточного полета  $\varphi_{si}$ ,  $i = \overline{1, N}$ .

б) константы:

– скорость света  $c$ ;

– радиус Земли  $R$ .

2. Осуществляется определение линейных координат КА и точек стереобаз в геоцентрической прямоугольной системе координат. Производится расчет длин стереобаз.

3. Осуществляется расчет дифференциальных наклонных дальностей.

4. Производится расчет параметров ГМТ изодифференциальной дальности (расчет значений первой и второй поперечной, а также фокальных осей ДГ).

5. Осуществляется определение точек пересечения ГПЛ на поверхности Земли.

6. Производится расчет географических координат ИНИ.

На основании разработанного алгоритма было проведено моделирование дифференциальной пеленгации. Моделирование выполнено в среде *Mathcad 2001* и подтверждает работоспособность идеи.

Таким образом, разработанный МРД метод и полученный на его основе алгоритм позволяют вычислить координаты ИНИ на подстилающей поверхности, а при необходимости и географические координаты источника несанкционированного излучения, работающего через БРК на КА, находящемся на ГСО.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Колюбакин, В. Конференция ГПКС в Дубне [Текст] / В. Колюбакин // Теле-Спутник. – 1999. – №5 (43).
2. Радиотехнические системы [Текст]: учебник для вузов по спец. «Радиотехника» / под ред. Казаринова Ю. М. – М.: Высшая школа, 1990. – 496 с.
- 3.

**Попов Вячеслав Васильевич**  
Преподаватель  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: + 7-920-284-23-47  
E-mail: leo-78@mail.ru

УДК 519.6

РАДЫГИН В.М., БОЧКОВ П.В., НЕМЧИНОВ В.И.

## О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕХАНИЗМОВ РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЯХ

In the report the problem of optimization of information resources accommodation in corporate information networks from a position of their protection against not authorized access on the basis of the access differentiation mechanisms realized in modern network operational systems to them is considered.

Бурное развитие информационных технологий и активное внедрение в деятельность организаций и учреждений информационно-вычислительных сетей (ИВС) активизировало разработку направления, связанного с поиском новых подходов к решению задач обеспечения безопасности корпоративного информационного обмена, связанных в том числе и с необходимостью эффективной защиты конфиденциальной корпоративной информации от недопущенных к ней законных пользователей сети.

Так, например, постоянная эволюция ИВС в аспекте роста производительности ЭВМ и пропускной способности телекоммуникационной составляющей сетей, с одной стороны, стимулируют внедрение новых, в том числе более ресурсоемких с точки зрения информационного обмена технологий, а с другой – возникающая при этом возможность расширения спектра решаемых в ИВС задач является мощным катализатором для роста объема ее информационного массива. При этом, как следствие, резко усложняется задача обеспечения требований по защите информационных ресурсов в принятой системе разграничения доступа к ним законных пользователей сети. Все сказанное позволяет сделать вывод о необходимости поиска таких подходов к организации информационного обмена в ИВС, которые позволяют без ее дорогостоящей модернизации повысить эффективность принятой в ней системы разграничения доступа к информации.

Современные операционные системы обеспечивают возможность разграничения доступа:

- на уровне сети (доступ к ресурсам ЭВМ);
- на уровне дисковой подсистемы (доступ к логическим и физическим дискам ЭВМ);
- на уровне файловой системы диска (доступ к каталогам диска и непосредственно к отдельным файлам).

С позиций задачи разграничения доступа к информационным ресурсам наиболее приемлемым является вариант, при котором информационные потребности пользователей не пересекаются, а для доступа к конкретному файлу пользователь должен пройти все уровни защиты, используя при этом различные пароли. Очевидно, что при таком варианте в каталоге каждого пользователя и на дисках, где хранятся информационные ресурсы, не должно быть данных других пользователей. На практике пользователи ИВС связаны по своим функциональным обязанностям и могут выполнять части единой задачи. Это приводит к пересечению информационных потребностей и необходимости доступа нескольких пользователей к одним и тем же данным. С другой стороны, структуризация данных выполняется при проектировании баз данных, *Intranet*-сети, системы документооборота, исходя из требований нормализации, минимизации дублирования, оперативности доступа. При этом данные различных пользователей могут стать частями единого более крупного информационного объекта (таблицы БД, отчета БД, электронного документа и т.п.). Это определяет второе направление повышения уровня защиты за счет оптимизации размещения данных – группирование данных, однородных с точки зрения информационных по-

требностей пользователей в информационные объекты для последующего разграничения доступа.

Выбор варианта размещения данных как функции вероятности несанкционированного доступа показан на примере постановки задачи, которая на содержательном уровне может быть сформулирована следующим образом.

**Задано:**

- множество пользователей ИВС;
- множество информационных объектов;
- информационные потребности пользователей (распределение элементов множества информационных объектов по элементам множества пользователей);
- минимальная длина пароля для идентификации пользователя при доступе к ресурсам ИВС;
- множество ЭВМ ИВС;
- множество логических дисков и каталогов, выделенных для размещения информационных ресурсов;
- ограничения на дисковую память каждой ЭВМ;
- размер ущерба, выраженный в условных единицах ценности информации, для каждого элемента множества информационных ресурсов (в ряде случаев данный параметр может выражаться стоимостью данных, полученной экспертным путем).

**Требуется:**

определить вариант распределения элементов множества информационных объектов по элементам множества каталогов и логических дисков ЭВМ сети, при котором взвешенная относительно ущерба вероятность несанкционированного доступа к информационным ресурсам в случае компрометации пароля любого пользователя будет минимальна.

**Ограничения:**

- суммарный объем данных, размещенных на диске, не должен превышать его физических ограничений;
- каждый информационный объект должен быть размещен только в одном месте.

Очевидно, что сформулированная задача не имеет тривиального решения, так как число пользователей, как правило, больше или равно числу ЭВМ в ИВС; число логических дисков, доступных для размещения информационных ресурсов, больше или равно числу ЭВМ в сети (как правило, больше); число каталогов значительно больше числа дисков, а число информационных объектов значительно больше числа каталогов.

Данная задача формально может быть представлена в следующем виде.

**Дано:**

1. Множество ЭВМ ИВС  $R = \{r_1, r_2, \dots, r_v\}$ , где  $v$  – общее число ЭВМ в сети.
2. Множество пользователей ИВС  $W = \{w_1, w_2, \dots, w_m\}$ , где  $m$  – общее число пользователей.
3. Множество информационных объектов, подлежащих размещению  $F = \{f_1, f_2, \dots, f_n\}$ , где  $n$  – общее число информационных объектов.
4. Множество логических дисков ЭВМ ИВС, доступных для размещения информационных объектов  $D = \{d_1, d_2, \dots, d_h\}$ , где  $h$  – общее число логических дисков ЭВМ ИВС.
5. Множество каталогов файловой системы дисков ЭВМ ИВС, доступных для размещения информационных объектов  $E = \{e_1, e_2, \dots, e_s\}$ , где  $s$  – общее число каталогов.
6. Векторы параметров информационных объектов:  
вектор параметров объема информационных объектов  $V_o = |v_1^o \quad v_2^o \quad \dots \quad v_n^o|$ , где  $v_j^o$  – объем  $j$ -го информационного объекта;

вектор параметров оценки "ущерба" при несанкционированном доступе к информационным объектам  $V_y = |v_1^y \ v_2^y \ \dots \ v_n^y|$ , где  $v_j^y$  – оценка "ущерба" при несанкционированном доступе к  $j$ -му информационному объекту.

7. Матрица доступа пользователей к информационным объектам

$$M_{\text{дп}} = \begin{pmatrix} m_{11}^{\text{дп}} & m_{12}^{\text{дп}} & \dots & m_{1m}^{\text{дп}} \\ m_{21}^{\text{дп}} & m_{22}^{\text{дп}} & \dots & m_{2m}^{\text{дп}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{n1}^{\text{дп}} & m_{n2}^{\text{дп}} & \dots & m_{nm}^{\text{дп}} \end{pmatrix},$$

где  $m_{ij}^{\text{дп}} = \begin{cases} 1, & \text{если к } i\text{-му ИО разрешен доступ } j\text{-го пользователя,} \\ 0 & \text{– в противном случае.} \end{cases}$

8. Матрица размещения логических дисков по ЭВМ сети

$$M_{\text{рд}} = \begin{pmatrix} m_{11}^{\text{рд}} & m_{12}^{\text{рд}} & \dots & m_{1v}^{\text{рд}} \\ m_{21}^{\text{рд}} & m_{22}^{\text{рд}} & \dots & m_{2v}^{\text{рд}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{h1}^{\text{рд}} & m_{h2}^{\text{рд}} & \dots & m_{hv}^{\text{рд}} \end{pmatrix},$$

где  $m_{ij}^{\text{рд}} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й диск размещен на } j\text{-й ЭВМ,} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$

9. Вектор параметров логических дисков ЭВМ ИВС  $V_d = |v_1^d \ v_2^d \ \dots \ v_h^d|$ , где  $v_i^d$  – объем (размер)  $i$ -го логического диска.

10. Матрица размещения каталогов, доступных для размещения информационных объектов по дискам ЭВМ сети

$$M_{\text{рк}} = \begin{pmatrix} m_{11}^{\text{рк}} & m_{12}^{\text{рк}} & \dots & m_{1h}^{\text{рк}} \\ m_{21}^{\text{рк}} & m_{22}^{\text{рк}} & \dots & m_{2h}^{\text{рк}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{s1}^{\text{рк}} & m_{s2}^{\text{рк}} & \dots & m_{sh}^{\text{рк}} \end{pmatrix},$$

где  $m_{ij}^{\text{рк}} = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-й каталог размещен на } j\text{-м диске,} \\ 0 & \text{– в противном случае.} \end{cases}$

11. Минимальная длина пароля  $l_n$ .

**Найти:**

вариант распределения элементов множества  $F$  по элементам множеств  $E$  и  $D$ , описываемый трехмерной матрицей  $M_p = \|m_{ijk}^p\|$ ,

где  $m_{ijk}^p = \begin{cases} 1, & \text{если } i\text{-ый ИО размещен в } k\text{-м каталоге } j\text{-го диска,} \\ 0 & \text{– в противном случае,} \end{cases}$

который соответствует минимальному значению целевой функции

$$Q = f(V_y, M_{\text{дп}}, M_{\text{рд}}, M_{\text{рк}}, l_n). \quad (1)$$

**Ограничения:**

$$\begin{cases} \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^S m_{ik}^p \cdot v_i^o \leq v_1^d, \\ \dots \\ \sum_{i=1}^N \sum_{k=1}^S m_{ihk}^p \cdot v_i^o \leq v_h^d, \end{cases} \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^H \sum_{k=1}^S m_{1jk}^p = 1, \\ \dots \\ \sum_{j=1}^H \sum_{k=1}^S m_{njk}^p = 1, \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \Pi_{к1}^{\text{НПД}} = \{ \Pi_{\text{ио}i}^1, \Pi_{\text{ио}i}^2, \dots, \Pi_{\text{ио}i}^l \} \text{ таково, что} \\ \Pi_{\text{ио}i}^1 = \Pi_{\text{ио}i}^2 = \dots = \Pi_{\text{ио}i}^l; \\ \Pi_{к2}^{\text{НПД}} = \{ \Pi_{\text{ио}i}^1, \Pi_{\text{ио}i}^2, \dots, \Pi_{\text{ио}i}^l \} \text{ таково, что} \\ \Pi_{\text{ио}i}^1 = \Pi_{\text{ио}i}^2 = \dots = \Pi_{\text{ио}i}^l; \\ \dots \\ \Pi_{кs}^{\text{НПД}} = \{ \Pi_{\text{ио}i}^1, \Pi_{\text{ио}i}^2, \dots, \Pi_{\text{ио}i}^l \} \text{ таково, что} \\ \Pi_{\text{ио}i}^1 = \Pi_{\text{ио}i}^2 = \dots = \Pi_{\text{ио}i}^l, \end{array} \right. \quad (4)$$

где  $\Pi_{к1}^{\text{НПД}}, \dots, \Pi_{кс}^{\text{НПД}}$  – множество пользователей, наделенных правами доступа к информационным объектам каталогов 1, ..., s соответственно;  $\Pi_{\text{ио}i}^1, \dots, \Pi_{\text{ио}i}^l$  – вектора, включающие номера (идентификаторы) пользователей, имеющих право доступа к  $i$ -му информационному объекту соответствующего каталога, при некотором фиксированном варианте размещения (для рассматриваемого решения целевой функции).

Физический смысл ограничения (2) состоит в том, что суммарный объем информационных объектов, размещенных на каждом диске множества  $D$ , не может превышать его объем, значение которого определяется соответствующим элементом вектора параметров логических дисков  $V_d$ .

Ограничение (3) сводится к требованию размещения только одного экземпляра каждого информационного объекта, т. е. элемента множества  $F$ .

Ограничение (4) устанавливает, что каждое допустимое решение (вариант размещения) должно соответствовать ситуации, когда множества пользователей, наделенных правами доступа к информационным объектам, размещенным в определенном каталоге, тождественны, т. е. содержат одни и те же идентификаторы пользователей. Более просто это формулируется, как требование отсутствия в любом из каталогов таких информационных объектов, к которым допущено разное множество пользователей.

Для проверки ограничения (4) предлагается алгоритм, который можно представить следующей последовательностью шагов:

1. Для рассматриваемого варианта размещения  $M_p$  фиксируется индекс  $k=1$ , соответствующий 1-му каталогу. Проверяются на равенство единице все элементы двумерной матрицы (плоскости), получаемой из исходной трехмерной матрицы  $M_p$  при фиксации индекса  $k=1$ , и формируется множество значений индекса  $i$  (номеров информационных объектов, размещенных в первом каталоге).

2. Для каждого значения индекса  $i$ , полученного на первом шаге, определяются позиции  $j$  (номера столбцов) элементов матрицы доступа пользователей к информационным объектам  $M_{\text{дп}}$ , равные единице. В результате формируются подмножества (вектора) номеров пользователей, которым разрешен доступ к фиксированному  $i$ -му информационному объекту, размещенному в первом каталоге.

3. Полученные в результате второго шага подмножества пользователей, которым разрешен доступ к каждому из информационных объектов, размещенных в первом каталоге  $\Pi_{noi}^1, \dots, \Pi_{noi}^l$ , проверяются на тождественность (равенство элементов). Очевидно, что число подмножеств  $l$  равно числу информационных объектов, размещенных в первом каталоге. Если подмножества не тождественны, вариант размещения признается не соответствующим ограничению (4) и отвергается. В противном случае осуществляется переход к шагу 4.

4. Выполняются аналогичные шагам 1–3 действия для каждого очередного каталога. Вариант размещения принимается в случае тождественности подмножеств пользователей по отношению к информационным объектам каждого каталога  $k = \overline{1, S}$ .

Конкретизируем выражение (1):

$$Q = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^H \sum_{k=1}^S m_{ijk}^p \cdot v_i^y \cdot p_i, \quad (5)$$

где  $p_i$  – вероятность несанкционированного доступа к  $i$ -му информационному объекту.

Основной особенностью выражения (5) является наличие взвешенного с точки зрения "ценности" информационного объекта (сомножитель  $v_i^y$ ) коэффициента  $p_i$ , являющегося по сути функцией "штрафа" и вычисляемого в соответствии с выражением

$$p_i = \begin{cases} p_0 \cdot p_0 \cdot p_0, & \text{если } i\text{-ый ИО, размещен в каталоге и на диске,} \\ & \text{которые содержат данные только одного пользователя;} \\ p_0 \cdot p_0, & \text{если или на диске, или в каталоге, где размещен } i\text{-ый} \\ & \text{ИО, имеются ИО нескольких пользователей;} \\ p_0, & \text{если и на диске, и в каталоге, где размещен } i\text{-ый} \\ & \text{ИО имеются ИО нескольких пользователей,} \end{cases} \quad (6)$$

где  $p_0$  – вероятность преодоления одного уровня защиты, определяемая стойкостью пароля к раскрытию и выражением

$$p_0 = f(I_n) = \frac{1}{A^{I_n}} = \frac{1}{A^{l_n}}, \quad (7)$$

где  $I_n$  – минимальная длина пароля пользователя;  $A$  – емкость алфавита, используемого при формировании паролей.

При выборе по выражению (6) значения функции штрафа необходимо реализовать следующий алгоритм проверки выполнения условий функции (6).

1. Для соответствующего элемента суммы (целевой функции) выражения (5), которому соответствует фиксированный индекс информационного объекта  $i$  и значение которого  $m_{ijk}^p$  равно единице, определяются значение  $j$  – номера диска и значение  $k$  – номера каталога, в которых он размещен.

2. Для полученного значения индекса  $k$  – номера каталога проверяются на равенство единице элементы матрицы, образованной элементами исходной матрицы  $M_p$  с фиксированным индексом  $k$ , и формируется множество значений индекса  $i$  (номеров информационных объектов, размещенных в  $k$ -ом каталоге).

3. Для каждого значения индекса  $i$ , полученного на втором шаге, определяются позиции  $j$  (номера столбцов) элементов матрицы доступа пользователей к информационным объектам  $M_{дп}$ , равные единице. В результате формируются подмножества (вектора) номеров пользователей, которым разрешен доступ к фиксированному  $i$ -му информационному объекту, размещенному в первом каталоге.

4. Полученные в результате третьего шага подмножества пользователей, которым разрешен доступ к каждому из информационных объектов, размещенных в  $k$ -ом каталоге

$\Pi_{noi}^1, \dots, \Pi_{noi}^l$ , проверяются на принадлежность к одному столбцу (соответствие полномочиям одного пользователя).

5. Для полученного на первом шаге значения индекса  $j$  – номера диска, где размещен  $i$ -ый информационный объект, проверяются на равенство единице элементы матрицы, образованной элементами исходной матрицы  $M_p$  с фиксированным индексом  $j$ , и формируется множество значений индекса  $i$  (номеров информационных объектов, размещенных на  $j$ -ом диске).

6. Полученные в результате четвертого шага подмножества пользователей, которым разрешен доступ к каждому из информационных объектов, размещенных на  $j$ -ом диске  $\Pi_{noi}^1, \dots, \Pi_{noi}^l$ , проверяются на принадлежность к одному столбцу (соответствие полномочиям одного пользователя).

7. Если на 4 или 6 шаге результат проверки положительный ( $i$ -ый информационный объект размещен на диске и в каталоге, где все другие объекты соответствуют полномочиям одного пользователя), значение функции штрафа рассчитывается в соответствии с первой строкой выражения (6).

8. Если результат проверки отрицателен на 4 или на 6 шаге (на одном из них), расчет осуществляется в соответствии со второй строкой выражения (6).

9. Если результат проверки отрицателен и на 4, и на 6 шагах одновременно, расчет осуществляется в соответствии с последней строкой (6).

Высокая вычислительная сложность предложенной задачи на исходных данных, описывающих реальную ИВС, определена ее принадлежностью к классу  $NP$ -полных задач, что обуславливает целесообразность применения для ее решения метода эволюционных вычислений [1].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Букатова, И.Л. Обучающиеся, адаптивные и самоорганизующиеся эволюционные вычисления [Текст] / И.Л. Букатова // Обозрение прикладной и промышленной математики. Том 3. Выпуск 5. – М.: «ТВН», 1996. - С. 706–724.

### **Радыгин Владимир Михайлович**

Заведующий кафедрой Академии ФСО России, д.т.н., профессор  
Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел  
Тел.: +7(4862) 41-99-44

### **Бочков Петр Вадимович**

Старший преподаватель кафедры Академии ФСО России, к.т.н.  
Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел  
Тел.: +7(4862) 41-99-51

### **Немчинов Вадим Игоревич**

Слушатель Академии ФСО России  
Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации, г. Орел  
Тел.: +7(4862) 41-99-51

УДК 621.391

САИТОВ И.А., МИРОНОВ А.Е., ВАСИЛЕВСКИЙ Д.В.,  
ГАРБАР Т.П., ИСЕН А.Б.

## ИССЛЕДОВАНИЕ СЕТЕЙ СВЯЗИ СИЛОВЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ИНТЕГРИРОВАННЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ ПЛАТФОРМ

The article studies the problems of the new technologies adoption, based on channels and packages switching. The results obtained can be used to support the technical solutions on building and developing telecommunication networks for the Russian special agencies.

Сегодня во всем мире происходит бурное развитие и рост числа различных сетей передачи данных (СПД). Специалисты активно обсуждают перспективы внедрения разнообразных технологий и протоколов передачи данных, в том числе и в сетях связи силовых структур. Протоколы Frame Relay и АТМ уже давно являются привычными терминами, актуальной темой для полемики стала IP-телефония. В связи с признанием пакетной телефонии телематической службой и существенной экономией при оплате международного трафика при ее применении многие операторы вкладывают большие средства в развитие указанной технологии. Однако научные обозреватели и эксперты вполне обоснованно предостерегают от излишней эйфории, предсказывая временный характер этого явления.

При обсуждении обычно противопоставляют пакетные протоколы (X.25, FR, АТМ, Ethernet, IP, MPLS и др.) сетям с коммутацией каналов (ISDN, PDH, SDH), утверждая, что первые "прогрессивней" и "экономичней". Но, во-первых, нельзя сравнивать протоколы (методы установления соединения и передачи данных) с сетями (средой передачи данных). А во-вторых, технологии коммутации каналов (КК) продолжают развиваться и активно внедряются ведущими иностранными и отечественными операторами связи (например, NG SDH). Отдельно необходимо отметить технологию ISDN, которая не только продолжает внедряться в отечественных сетях связи общего пользования, но и является одной из основных при построении сетей связи силовых структур. В настоящее время критика ISDN заключается в основном в трех аргументах: невысокая скорость абонентского доступа на "последней миле", низкая эффективность использования каналов, технология устарела. В связи с тем, что в том или ином случае, как правило, рассматривается только один из аргументов, критика ISDN кажется убедительной. И все это на фоне почти полного отсутствия регулирования развития СПД и хаотического развития спецификаций их протоколов. Например, сейчас специалист в области IP назовет как минимум 10–15 принципов маршрутизации и соответствующих им спецификаций протоколов, а в целом в отрасли их существует более 1000. Такое количество сложно не только изучить, но и охватить единым взглядом даже при условии, что зачастую спецификации очень похожи друг на друга. Наличие у производителей собственного видения принципов коммутации, предоставления новых услуг и управления сетью породило и собственные внутренние варианты протоколов, которые не только развиваются фирмами-производителями, но и имеют ограниченное время жизни (обновления). При этом есть узкие специалисты, знающие реализацию конкретного протокола, но не представляющие проблему в целом. Поэтому если подойти к анализу проблемы комплексно, то можно не согласиться с теми, кто методы КК характеризует как устаревшие и бесперспективные.

Для лучшего понимания проблемы рассмотрим основные отличия методов КК и коммутации пакетов (КП). В КК уже давно не участвуют ни ручные коммутаторы (за исключением случаев, когда требуется обслужить малое число абонентов высшей категории с гарантированным качеством), ни шаговые искатели и реле, соединяющие отрезки медного провода на большие расстояния. Канал строится в соответствии с командами системы сигнализации межстанционной связи по альтернативным путям через электронные

коммутаторы и представляет собой не более чем тайм-слот в цифровом потоке магистрального или межстанционного цифрового канала. За каждым каналом на все время соединения закрепляется определенная часть оборудования АТС и ресурсы в цифровом потоке, в чем и заключается суть КК. Первичные каналы Е1 (рекомендация МСЭ-Т G.703) в свою очередь объединяются в гигабитные, и далее, вплоть до терабитных на магистральных соединениях.

В начальный период внедрения пакетных протоколов по технологии дейтаграмм сборщики/разборщики пакетов передавали пакеты как можно быстрее в любом свободном направлении, и потому пакеты одного сообщения шли через сеть разными путями, пока не попадали к адресату. Порядок следования при этом не соблюдался, и первый пакет вполне мог прийти последним. Очевидная неэффективность такого метода привела к необходимости создания виртуального канала, который жестко определял маршрут передачи пакетов на все время сеанса – таким образом, гарантировался порядок поступления пакетов. Однако этот прием тоже не решил проблему, так как при перегрузке аппаратных ресурсов на пути следования пакетов данные могли заикнуться на одном участке, поскольку не принятые пакеты отправлялись назад. В связи с этим было использовано виртуальное соединение, при котором за сеансом фиксируется не только маршрут, но и закрепляются некоторые необходимые аппаратные ресурсы (например, количество тайм-слотов в цифровом потоке, объем буферной памяти коммутатора) на пути следования сообщения.

Из вышесказанного следует, что различия между методами КК и КП только терминологические, а принцип одинаков: в обоих случаях и маршрут определен, и ресурсы закреплены. Теперь разберемся с эффективностью использования каналов технологиями КК и КП. Каждая порция данных при пакетной технологии упакована в конверт (фрейм, ячейку), содержащий адрес получателя и некоторую контрольную информацию. Такая дополнительная нагрузка может составлять в различных протоколах до 30% от общего объема передаваемой информации, но обойтись без нее нельзя, так как в ее наличии и заключается сущность пакетной технологии.

При КК полезные данные также передаются порциями, каждая из которых размещена в определенном тайм-слоте общего потока данных (например,  $n$ -й тайм-слот в 32-слотовом потоке G.703), то есть адрес получателя определяется позицией порции данных в потоке без какой-либо дополнительной нагрузки, а сама позиция определяется однократно и предварительно системой сигнализации при построении канала. Отсюда следует, что при пакетной технологии каналы передачи данных загружены явно больше.

Основным недостатком технологии КК остается фиксированная полоса пропускания, выделяемая под построенный канал – как правило, 64 кбит/с. Однако дефицит пропускной способности давно ликвидирован, а коммутаторы цифровых АТС меньше, чем по 64 кбит/с, коммутировать уже никогда не будут. Достаточно вспомнить «проблему 2000», возникшую из-за экономии двух байт в оперативной памяти, чтобы сделать соответствующие выводы и не повторять старых ошибок.

Действительно, цифровая глобальная супермагистраль на основе АТМ при всей своей привлекательности так и осталась далекой и туманной перспективой, протокол Frame Relay разработан для передачи данных по качественным цифровым каналам, а IP-телефония без гарантированного качества обслуживания (то есть без высокоскоростных цифровых каналов) не может конкурировать с традиционной телефонной связью. В то же время технология ISDN, работающая по методу КК с выделенным сигнальным каналом, уже практически нашла применение в российских телефонных сетях общего пользования (ТфОП) и в сетях связи силовых структур. Транспортная основа для передачи всех видов трафика (в том числе пакетных технологий) строится на основе цифровых каналов, образованных цифровыми системами передачи FDM и SDH, реализующих все тот же метод КК.

Рассмотрим основные особенности внедрения и использования технологии ISDN в сетях связи силовых структур.

1. Обязательным условием построения данных сетей является использование сертифицированных программно-аппаратных средств отечественного производства, про-

шедших специальные проверки и специальные исследования. Важность соблюдения этого условия подтверждает имеющийся опыт, который выявил ряд проблем, связанных с применением импортного оборудования:

– отсутствие заинтересованности фирм-производителей в сертификации оборудования на соответствие требованиям защиты от разрушающих информационных воздействий (компьютерных атак) в соответствии с нормативными документами. В большинстве случаев иностранные производители не предоставляют на экспертизу исходных текстов программного обеспечения. Отдельные сертифицированные органами Мининформсвязи России средства связи известных фирм производителей не отвечают специфическим требованиям по их использованию в системах связи силовых структур;

– частая смена модельного ряда приводит к прекращению технической поддержки снятого с производства оборудования и невозможности закупки комплектов запасных частей;

– обучение обслуживающего персонала и специалистов (в том числе преподавателей), сопряжено с рядом проблем, связанных с отсутствием полной технической документации на русском языке при существующей специфике реализованных программно-технических решений; высокой стоимостью и ограниченностью (лишь основные функции и манипуляции) курсов обучения в фирменных учебных центрах; правовыми ограничениями, связанными с декларацией о неразглашении сведений и публикаций, а также самостоятельного преподавания лицами, прошедшими обучение.

Известно, что в 2005 году нормативные положения закона о помощи телекоммуникационных компаний правоохранительным органам под общим названием Communications Assistance for Law Enforcement Act (CALEA) дополнились правом контроля фактически за всеми сетями связи. В соответствии с этой программой производители в интересах спецслужб должны встраивать в сетевые устройства средства прямого "тайного" доступа к каналам связи. Поэтому разработчики соответствующих решений вынуждены работать в тесном сотрудничестве с правоохранительными органами. В связи с этим в оборудовании импортного производства могут присутствовать программные и программно-аппаратные закладки, активизация которых приведет к открытию определенным абонентам запрещенных сервисов, захвату управления над оборудованием или выводу его из строя. Так, например, в 2005 году в ходе профилактических работ сотовым оператором Греции Vodafone в станции была выявлена программная закладка [8]. Звонки более чем ста мобильных абонентов дублировались на 10 анонимных мобильных телефонов. Среди пострадавших – премьер-министр, ряд высокопоставленных чиновников. Закладку удалось устранить, однако одновременно были практически полностью ликвидированы следы ее установки. Другим известным случаем является скандал со швейцарской компанией Crypto AG, в ходе которого вскрылось внедрение в программное обеспечение закладки, снижающей стойкость криптографических средств, поставляемых в ряд стран [9]. Владелец компании фактически признал, что это производилось по просьбе и при участии экспертов агентства национальной безопасности США.

Учитывая вышесказанное, а также агрессивную политику иностранных фирм-производителей в части навязывания своих технологий и оборудования на отечественном рынке, следует осторожно подходить к вопросу полного и быстрого перевода отечественных телекоммуникаций и особенно сетей связи силовых структур на новые технологии. Наличие недеklarированных возможностей в программном обеспечении оборудования делает систему связи уязвимой для внешних и внутренних воздействий.

С учетом того, что технология ISDN более десяти лет стандартизирована в мировом масштабе, а также наличия открытых стандартов, отечественным производителям удалось наладить конкурентоспособное производство универсальных ISDN-платформ: УПАТС "МиниКом DX-500С" (группа компаний "Информтехника"), УПАТС "Нисоме-3хх" (Завод "Калуга-прибор", г. Калуга) и ряд других. Для построения этих телекоммуникационных платформ применяется привычная для связистов коммутационная техника в отличие от экзотических "систем распознавания характера трафика", предлагаемых зару-

бежными компаниями. Сегодня эти платформы активно внедряются в сетях связи силовых структур, что позволит в кратчайшие сроки реализовать принципы ISDN.

2. Для сетей связи силовых структур, в отличие от ТФОП, характерно малое число АТС с незначительной абонентской емкостью, а также высокая ответственность за качество предоставляемых услуг связи (своевременность, безопасность, достоверность). При этом основной услугой как в мирное, так и в военное время по-прежнему остается традиционная телефонная связь на основе КК; большая часть дополнительных видов обслуживания (ДВО) запрещена по требованиям информационной безопасности.

Использование в ведомственных сетях связи пакетных протоколов (Ethernet, TCP/IP, MPLS и др.) находится только на опытном этапе. Как показывает практика, в настоящее время в СПД для организации видеоконференций и телефонных переговоров при проведении дальних (в том числе международных) сеансов в интересах государственных и коммерческих структур используются устойчивые коммутируемые соединения с гарантированным качеством на основе ISDN-каналов. То есть в большинстве случаев применяются интегрированные решения КК/КП (ISDN/IP). По этой причине статус пакетной телефонии (VoIP) может быть сегодня определен не выше конфиденциальной (или служебной). При этом IP-телефония может использоваться параллельно с традиционной телефонией как дополнительная услуга, что позволит расширить перечень предоставляемых услуг. В перспективе для обеспечения гарантированного качества обслуживания (QoS) магистральную часть IP-сети ведущие специалисты предлагают строить на основе высокоскоростных цифровых каналов с применением технологий Ethernet и MPLS. При этом нет сомнения, что интеграция России в мировое информационное сообщество диктует применение на ЕСЭ России (в том числе и в сетях связи силовых структур) общепринятых стандартов и протоколов. Однако слепо копировать решения, предлагаемые зарубежными компаниями, без учета специфики построения и применения сетей связи силовых структур, а также российской действительности – нельзя. Сегодня в условиях преобладания трафика обычной телефонии и темпов закупки нового оборудования в рамках гособоронзаказов можно с большой долей вероятности утверждать, что еще достаточно продолжительное время (10–15 лет) в них будут преобладать системы КК.

3. На сегодняшний день по различным причинам широкополосные услуги не реализуемы на ведомственных сетях связи. В свою очередь технология ISDN позволяет полностью удовлетворить инфокоммуникационные потребности силовых структур, обеспечивает широкий спектр низкоскоростных и отчасти среднескоростных услуг электросвязи на основе унифицированных интерфейсов доступа (BRI, PRI) и объединения (бондинга) типовых каналов с фиксированной битовой скоростью 64 Кбит/с (рекомендации МСЭ-Т I.420, I.421). Для подключения существующего парка оборудования и передачи трафика через любые доступные цифровые соединения в пределах основного канала 64 Кбит/с (рекомендация МСЭ-Т I.460) используются гибкие мультиплексоры, поддерживающие U и/или S-интерфейсы на основной скорости (2B+D), реализующие принципы несимметричного мультиплексирования и динамического распределения ресурса. Для их подключения используются радиорелейные, спутниковые и волоконно-оптические каналы.

Технология ISDN позволяет минимизировать затраты на самую дорогую часть сети – абонентскую разводку, так как для передачи данных используется существующая абонентская кабельная сеть. При этом обычная телефонная связь и передача мультимедиа обеспечивается по одной и той же цифровой абонентской линии. Стандартизированный проверенный метод и недорогое сертифицированное оборудование обеспечивают достаточную пропускную способность и хорошее качество связи. При этом достигается выигрыш во времени установления соединения и времени занятия линии в отличие от связи по обычному модему.

Применение ISDN-подключения до сих пор не утратило актуальности по причине высокого качества соединения. Так, например, в настоящее время из-за недостаточного развития высокоскоростных каналов удаленного доступа IP и ATM в России системы ви-

деоконференцсвязи (ВКС) по рекомендациям Н.323 пока не могут составить конкуренцию решениям Н.320 в области дальней связи. По этой причине большинство новых терминалов ВКС по-прежнему поддерживают подключения к сети ISDN. В настоящее время ISDN по своей сути является основой для предоставления пакетных услуг (в том числе и для пакетной телефонии), то есть является наложенной на ТфОП всемирной цифровой СПД.

Анализ рынка коммутационного оборудования для корпоративных и ведомственных сетей показал, что в настоящее время можно выделить два основных класса коммутационных систем, характеризующихся различным уровнем конвергентности реализованных в них решений на пути перехода от классических TDM-коммутаторов к "чистым" коммутаторам пакетов: УПАТС TDM-коммутации с IP-расширением; LAN-based УПАТС (IP-PBX).

В первом случае в состав оборудования классической TDM-коммутации дополнительно включили аппаратно-программные комплексы для поддержки IP-телефонии. При этом IP-расширения реализованы как внешние устройства, подключаемые по стандартным протоколам. Такое решение позволяет обеспечить высокое QoS, устойчивую работу и высокую надежность систем традиционной телефонии, построенных по классической схеме с временной коммутацией шины; использовать новые возможности, предоставляемые IP-сетями, при развитой телефонной сети и сохранении вложенных инвестиций; организовать альтернативные каналы связи и расширить ведомственные телефонные сети.

Во втором случае произошел полный переход от КК к КП. IP-PBX – это достаточно новый класс систем корпоративной телефонии, в которых IP-расширения реализованы как интегрированные модули. Эти устройства способны предоставлять абонентам практически тот же базовый набор услуг, что и традиционные цифровые УПАТС. При этом в большинстве случаев обеспечивается сопоставимый уровень качества связи. IP-PBX обладают рядом неоспоримых преимуществ, обусловленных природой пакетного трафика. Однако по этой же природе "чистые" IP-PBX не лишены недостатков: недостаточно высокое качество связи при возникновении перегрузок в СПД; необходимость дополнительно использовать терминальный адаптер для подключения аналогового абонентского терминала (например, факс-аппарата); при возникновении необходимости подключения удаленного (4–5 км) абонента по обычной медной паре для IP-PBX потребуется организовать канал передачи данных до точки подключения; сложность аппаратно-программных средств, обусловленная высокой степенью интеграции решений; высокая стоимость аппаратных решений по сравнению с сопоставимыми по количеству обслуживания абонентов УПАТС, оснащенными модулями IP-телефонии.

В обоих случаях направление развития является общим: УПАТС перестают быть просто телефонными станциями, использующими сети IP для передачи голоса, а эволюционируют в системы распределения сетевых сервисов, позволяющих объединить все доступные на сегодняшний день средства коммуникаций и предоставить пользователям интеллектуальные и эффективные средства общения. Отмеченные тенденции подтверждают перспективность интегрированных решений.

4. Принятие комплексного решения по построению и развитию сетей связи силовых структур на основе внедрения новых технологий требует предварительной теоретической проработки и реализации опытных участков для практической отработки предлагаемых технических решений с учетом требований по устойчивости и безопасности их функционирования. При этом необходимо отметить, что, несмотря на успехи в области построения моделей и методик анализа СПД, практическое их использование в ряде случаев сдерживается недостаточной проработанностью и большой трудоемкостью расчетов. Известно, что "прямое" имитационное моделирование даже простых СПД (например, АТМ) с разномасштабным потоком событий практически невозможно. В то же время существующий математический и методический аппарат для анализа сетей связи общего пользования (в том числе и для ISDN), базирующийся на методах КК, детально проработан и обеспечивает быстрое решение расчетных задач с требуемой точностью.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Королев, А.В. Проблемы внедрения NGN-технологий в сети связи специального назначения [Текст] / А.В. Королев, А.Е. Миронов, И.А. Саитов, В.Ю. Головачев // Вестник СГК ВОСП. Федеральное агентство по промышленности, управление радиоэлектронных приборов и систем управления. Ноябрь 2006 г. – С. 28 – 31.
2. Королев, А.В. Оптимизация процедур обслуживания на узлах коммутации корпоративной мультисервисной сети связи [Текст] / А.В. Королев, И.А. Саитов, Р.Б. Трегубов // Журнал "Телекоммуникации". – 2007. – № 8. – С. 2 – 8.
3. Макашенко, А.В. Опорный конспект курса лекций по дисциплине "Теория телетрафика" [Текст]: пособие / А.В. Макашенко [и др.]. – Орел: Академия ФСО России, 2006. – 152 с.
4. Макашенко, А.В. Расчетно-справочный материал по теории телетрафика [Текст]: пособие / А.В. Макашенко [и др.]. – Орел: Академия ФСО России, 2007. – 98 с.
5. Миронов, А.Е. Проблемы применения современных технологий передачи и распределения информации в сетях связи специального назначения [Текст] / А.Е. Миронов, А.В. Королев, И.А. Саитов // Вестник СГК ВОСП. Федеральное агентство по промышленности, управление радиоэлектронных приборов и систем управления. Июнь 2006 г. – С. 32 – 35.
6. Саитов, И.А. Методика оптимизации характеристик сетей передачи данных малой и средней связности [Текст] / И.А. Саитов, Р.Б. Трегубов, А.В. Королев // Журнал "Телекоммуникации". – 2006. – № 11 – С. 14 – 16
7. A blog covering security and security technology [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.schneier.com/blog/archives/2006/02/phone\\_tapping\\_i.html](http://www.schneier.com/blog/archives/2006/02/phone_tapping_i.html). – Загл. с экрана.
8. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://biphome.se/laszlob/crytoag/crypto\\_ag.htm](http://biphome.se/laszlob/crytoag/crypto_ag.htm). – Систем. требования: ПК 486 или выше; 8 Мб ОЗУ; Windows 3.1, Windows 95 или выше; SVGA 32768 и более цв.; 640x480; 16-бит. зв. карта; мышь. – Загл. с экрана.

**Саитов Игорь Акрамович**

Заместитель начальника кафедры, к.т.н., доцент  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: 419913

**Миронов Александр Егорович**

Заместитель начальника кафедры, к.т.н., доцент  
Академия ФСО России, г. Орел  
Тел.: 419913

**Василевский Дмитрий Николаевич,**

**Гарбар Тимур Леонидович,**

**Исен Айдос Бейсенулы**

Курсанты Академии ФСО России

УДК 528.854.2

СУХАНОВ С.И.

## ПРИМЕНЕНИЕ N – WAY АНАЛИЗА К ИССЛЕДОВАНИЮ СПУТНИКОВЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

The subject of this thesis is multi-way analysis. The problems described mostly stem from the earth remote sensing. The nature of the data arising from these areas can be very different, which tends to complicate the data analysis. The analytical problems are often further complicated by geographic variations. Hence, in dealing with data analysis in the field it is important to have access to a diverse set of methodologies in order to be able to cope with the problems in a sensible way. The data analytical techniques covered in this thesis are also applicable in many other areas, as evidenced by many papers of applications in other areas which are emerging in the literature.

Почти все технологические и измерительные системы, используемые в науке, характеризуются многомерным набором параметров. Математическая модель почти любого явления обычно зависит от нескольких переменных. Например, модель, изучающая здоровье человека, будет зависеть от множества факторов, включая гены, социальное положение и т.д. Исключение не составляют и спутниковые изображения, которые по своей природе являются многоканальными. Очень часто их невозможно даже просмотреть, подобно обычным изображениям, так как представляют собой трехмерную матрицу  $X$  размером  $I \times J \times K$ , где  $I \times J$  – размер сканируемой области,  $K$  – количество слов (снимков). Для изучения таких моделей существует множество методов, но в основе почти всегда лежит проекционный метод Principal components analysis (PCA), основной задачей которого является перевод искомым данных в пространство меньшей размерности.

Методы, основанные на PCA, относятся к проекционным методам, но они не могут решать все задачи, связанные с многомерными данными, которые встречаются в природе, потому что главным образом предназначены для обработки «плоской» модели, т.е. искомые данные должны быть представлены в виде двумерной матрицы. Существует множество ситуаций, когда исходные данные не могут быть представлены в данном виде, для таких ситуаций существуют другие методы, имеющие общее название N-way data analysis (Многомерный анализ данных). Главным представителем N – way анализа является Parallel Factor Analysis (PARAFAC).

PARAFAC – это метод, который концептуально может быть сравнен с PCA, представляет собой некоторое разложение исходной матрицы  $X$ , элементы которой выглядят следующим образом:

$$x_{ijk} = \sum_{r=1}^R a_{ir} b_{jr} c_{kr} + e_{ijk} \quad (1)$$

Его также можно переписать в матричном виде:

$$X = A \oplus B \oplus C + E, \quad (2)$$

где  $A$ ,  $B$ ,  $C$  – матрицы, которые характеризуют исходные данные вдоль основных направлений, геометрическое представление которых показано на рисунке 1.

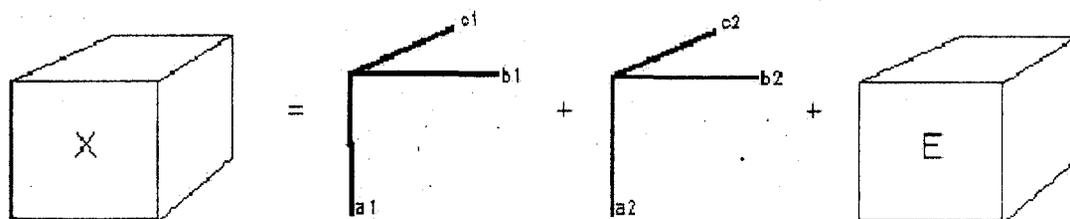


Рисунок 1 - Геометрическая интерпретация разложения, которое использует PARAFAC

Для нахождения искомых матриц  $A$ ,  $B$ ,  $C$ , размером соответственно  $I \times R$ ,  $J \times R$ ,  $K \times R$  необходимо решить следующее уравнение:

$$\begin{cases} x_{ijk} = \sum_{r=1}^R a_{ir} b_{jr} c_{kr} + e_{ijk} \\ i = 1..I; j = 1..J; k = 1..K \end{cases}, \quad (3)$$

которое решается, например, методом наименьших квадратов:

$$\min_{A,B,C} \sum_{ijk} \left\| x_{ijk} - \sum_r a_{ir} b_{jr} c_{kr} \right\|^2. \quad (4)$$

Для удобства представим исходную матрицу  $X$  в виде набора слоев:

$$\begin{cases} X_{i..} = B \text{diag}(a_i) C^t + E_i (i = 1, \dots, I) \\ X_{.j.} = C \text{diag}(b_j) A^t + E_j (j = 1, \dots, J) \\ X_{..k} = A \text{diag}(c_k) B^t + E_k (k = 1, \dots, K) \end{cases}, \quad (5)$$

где  $\text{diag}(a_i)$  – диагональная матрица размером  $R \times R$ , у которой по диагонали стоят элементы  $i$ -той строки матрицы  $A$ . Соответственно  $\text{diag}(b_j)$  и  $\text{diag}(c_k)$  получены по аналогии. В результате искомые матрицы  $A$ ,  $B$ ,  $C$  можно найти следующим образом:

$$\begin{cases} A = \left( \sum_k X_{..k} B \text{diag}(c_k) \right) (B^t B \circ (C^t C))^{-1} \\ B = \left( \sum_i X_{i..} C \text{diag}(a_i) \right) (C^t C \circ (A^t A))^{-1} \\ C = \left( \sum_j X_{.j.} A \text{diag}(b_j) \right) (A^t A \circ (B^t B))^{-1} \end{cases}. \quad (6)$$

Доступность спутниковых данных высокого разрешения позволяет использовать картографические продукты, созданные на их основе, как надежную альтернативу ортотрансформированных фотоснимков, полученных путем традиционной обработки аэрофотоснимков. Новые области применения спутниковых данных могут быть, например, следующими:

- обновление топографических и городских карт;
- системное планирование (исследование возможностей, проектирование и мониторинг линий электропередач, линий магистральной связи, и т.д.);
- планирование строительства жилых зон и инфраструктуры;
- обновление карт для городского и земельного кадастра;
- обнаружение строительства в природоохранных зонах, нецелевое использование земель;
- мониторинг дорожной сети;
- экологический мониторинг и оценка, управление экологическими рисками;

- всепогодное обнаружение лесных пожаров и оценка их последствий;
- космический мониторинг загрязнения окружающей среды в районах добычи нефти;
- всепогодный мониторинг наводнений.

Все направления важны, но нам важен только последний, так как применительно к нему N-way анализ дает наиболее качественные результаты. Математическую модель данной задачи можно построить следующим образом: спутниковое изображение представить в виде матрицы  $X$  размером  $I \times J \times K$ , где  $I \times J$  – размер сканируемой области,  $K$  – количество слоев (снимков), построить матрицу  $Y$  размером  $I \times J$ , состоящую из нулей и единиц. Единицы в матрице  $Y$  будут отвечать за область реки на исходном изображении. Применяв к полученным данным многомерную регрессию (NPLS), в основе которой лежит PARAFAC разложение, получим матрицу регрессионных коэффициентов. С помощью этой матрицы можно найти области, которые в реальности отвечают за реки на любых изображениях. Применение PARAFAC разложения позволяет проводить пространственную и временную динамику наводнения с использованием последовательных снимков. Такая динамика позволяет лучше определить степень ущерба (например, загрязнение почвы), а также оценить его стоимость.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Smilde, A. Multi-way analysis with applications in the chemical sciences [Text] / Age Smilde, Rasmus Bro, Paul Geladi. - Wiley, Chichester, 2004. - p. 381
2. Rasmus, B. Multi-way analysis in the Food Industry [Text] / Bro Rasmus. - Amsterdam, Copenhagen, 1998. - p. 311

**Суханов Сергей Иванович**  
Магистрант кафедры информатики  
Алтайский государственный университет, г. Барнаул  
Тел.: +7(3852) 75-76-59  
E-mail: sukhانov-s@yandex.ru

УДК 621.39.654

ФИЛЯКИН А.А.

## ВАРИАНТ ПОСТРОЕНИЯ СЕТЕЙ ДОСТУПА В РАЙОНАХ, НЕ ОБОРУДОВАННЫХ В ОТНОШЕНИИ СВЯЗИ СТАЦИОНАРНЫМИ СРЕДСТВАМИ

In the given article the way of construction of communications networks ensuring higher timeliness of a regular reporting is offered during telecommunication interaction between the abonents in regions which were not equipped concerning communication with fixed means. The offered way is realized with the help of modern communication facilities, which capabilities provide well-timed, steady, safe and authentic communication.

Сети связи являются материальной основой системы управления, поэтому задачи связи определяются в соответствии с задачами и функциями управления.

На способы построения и функционирования сетей связи оказывают влияние совокупность задач связи и конкретные условия их выполнения, требования, предъявляемые к системе связи, а также наличие ресурсов для построения сетей связи.

При организации связи в районах, не оборудованных в отношении связи стационарными средствами, возникает обстановка, когда в качестве абонентов связи выступают немногочисленные группы должностных лиц, которым необходимо предоставить телекоммуникационные услуги.

К таким услугам относятся: услуги телефонной связи, документальной связи (передача данных) и радиосвязи с подвижными объектами.

Условия районов, не оборудованных в отношении связи, достаточно разнообразны, поэтому традиционные способы построения сетей связи, основанные на использовании опорных узлов связи, для предоставления вышеуказанных услуг в данном случае являются неэффективными.

Исторически сложилась практика соединять линиями (каналами) только те узлы связи (УС), которые развернуты в интересах абонентов, между которыми осуществляется управляющее воздействие. Следовательно, в данном случае структура сетей связи повторяет построение системы управления и считается построенной по принципу прямых связей (рис.1) [1].

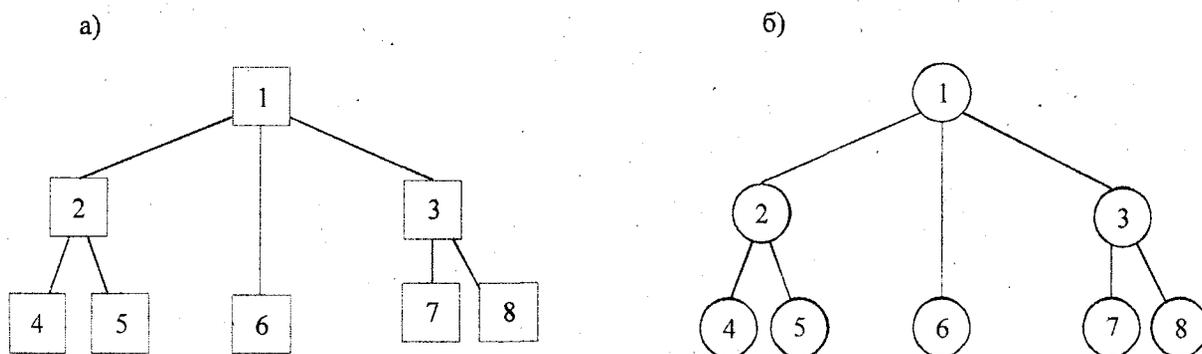


Рисунок 1 – Построение сети связи по принципу прямых связей  
а) структура системы управления, б) структура сети связи

На рисунке 1а представлена структура управления, где 1-8 – органы управления (абоненты). На рисунке 1б – структура сети связи, соответствующая структуре системы управления, приведенной на рисунке 1а, где 1-8 – узлы связи. Основным функциональным

назначением сети связи является своевременная передача сообщений с требуемыми безопасностью и достоверностью.

Под своевременностью связи понимается ее способность обеспечить передачу и доставку сообщений или ведение переговоров в заданное время [2].

Своевременность связи определяется в основном временем развертывания узлов и линий связи, быстротой установления связи с корреспондентами, временем обработки сообщений и скоростью передачи информации между оконечной аппаратурой.

Известна опорная сеть кольцевой структуры, позволяющая осуществлять передачу сообщений в интересах абонентов [3].

Недостатком данной сети связи является недостаточная своевременность передачи сообщений и большое число опорных узлов связи.

Более высокая своевременность передачи сообщений в сети связи достигается за счет уменьшения дополнительных линий связи и опорных узлов связи и введения узлов доступа, что позволяет получить выигрыш в своевременности передачи сообщений.

Предлагается сеть связи, которая содержит: узлы доступа (1-3), узлы коммутации (4, 5), автоматическую междугородную телефонную станцию (АМТС) (6), абонентские терминалы (7), а также линии связи, соединяющие узлы доступа с узлами коммутации и линии связи, соединяющие узлы коммутации с АМТС (Рис. 2).

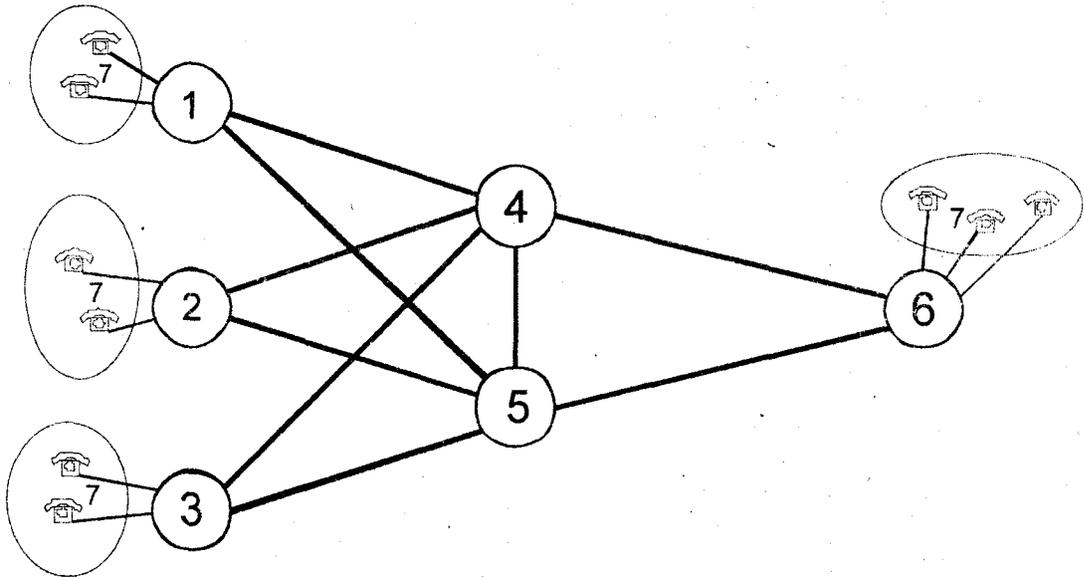


Рисунок 2 – Структура сети связи

Узел доступа, показанный на рисунке 3, содержит: аналоговый телефонный аппарат - 1, цифровой телефонный аппарат - 2, абонентский интерфейс аналогового телефонного аппарата - 3, абонентский интерфейс цифрового телефонного аппарата - 4, мультиплексор - 5, радиорелейную станцию - 6.

Принцип функционирования предлагаемой сети связи состоит в процессе создания последовательного соединения каналов передачи или каналов связи на то время, которое требуется для транспортировки сигналов. Сущность коммутации каналов при передаче сообщений, применяемой в предлагаемой сети связи, заключается в следующем. В момент времени  $t_1$  от абонентского терминала отправителя сообщения на узел доступа 1, (Рис.2) поступает заявка на соединение с абонентским терминалом получателя, подключенного к центру коммутации АМТС 6. В течение времени установления соединения  $t_{yc}$  производится установление соединения на узле доступа 1, затем передается сигнал в центр коммутации узла коммутации 4, где также устанавливается соединение. Процедура продолжается до тех пор, пока не будут произведены все соединения в центрах коммутации на

опорных узлах связи, и тогда отправителю посылается сигнал готовности. Процесс передачи заканчивается после приема сообщения получателем окончного пункта сети связи, подключенного к центру коммутации АМТС либо другого опорного узла связи 6 [4].

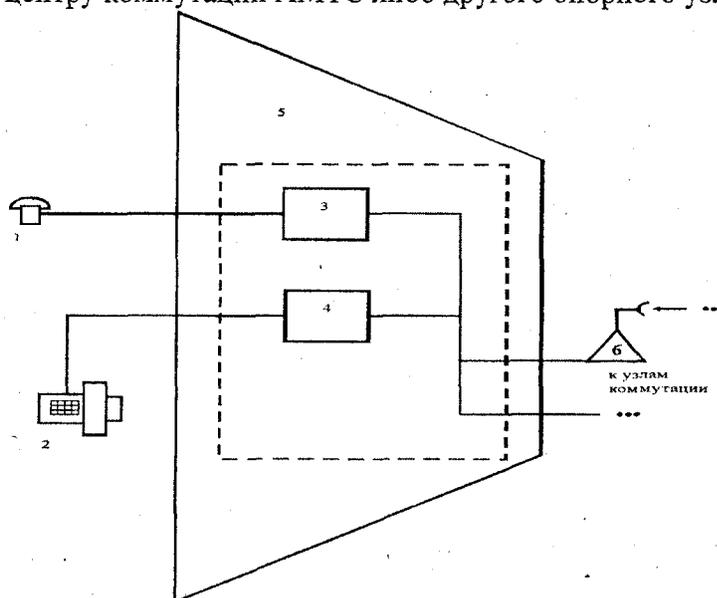


Рисунок 3 – Схема узла доступа

Оценку эффективности предлагаемой сети связи проведем на основе сравнения ее своевременности и своевременности традиционной сети связи с аналогичными пространственными параметрами.

Большинство существующих методов анализа сетей связи основаны на представлении их структуры графом  $G = (N, M)$ , где  $N$  - множество вершин (узлов) сети;  $M$  - множество дуг (ветвей) сети [5].

Расчет своевременности передачи сообщений в сети связи произведен согласно методики, приведенной в [4].

Составим матрицу смежности для предлагаемой сети связи (Рис.2), содержащей шесть опорных узлов связи:

$$M_c = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \end{vmatrix} \quad (1)$$

Расчет матрицы весов предлагаемого варианта для требуемого времени подключения соединения не более 0,250 секунд [6] приведен ниже:

$$M_B = \begin{vmatrix} 0 & 0,25 & 0 & 0,25 & 0,25 & 0 \\ 0,25 & 0 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0 \\ 0 & 0,25 & 0 & 0,25 & 0,25 & 0 \\ 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0 & 0,25 & 0,25 \\ 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0,25 & 0 & 0,25 \\ 0 & 0 & 0 & 0,25 & 0,25 & 0 \end{vmatrix} \quad (2)$$

Перемножение матриц (1) и (2) является результирующей матрицей для расчета  $M\{t_{cp}\}$ . Сумма всех элементов главной диагонали матрицы – след матрицы в данном случае является математическим ожиданием среднего времени доставки сообщений в сети связи (Рис. 2) [5].

$$M_C \cdot M_B = \begin{pmatrix} 0,75 & . & . & . & . & . \\ . & 1 & . & . & . & . \\ . & . & 0,75 & . & . & . \\ . & . & . & 1,25 & . & . \\ . & . & . & . & 1,25 & . \\ . & . & . & . & . & 0,5 \end{pmatrix}; \quad M\{t_{cp}\} = 5,5с. \quad (3)$$

Оценка эффективности проведена путем сравнения математического ожидания среднего времени передачи сообщений в сети связи (Рис.2) с математическим ожиданием среднего времени передачи сообщений в сети связи традиционного вида и составляет около 20 %.

Для включения абонентских устройств связи возможно применить способ включения их в удаленную АМТС.

Реализация данного способа требует наличия современных средств связи, возможности которых обеспечивают своевременную, устойчивую, безопасную и достоверную связь.

Основными элементами сети доступа в данном случае будут являться абонентские интерфейсы (аналоговые или цифровые телефонные аппараты), мультиплексоры различных возможностей, линейные средства и цифровая автоматическая междугородняя телефонная станция.

Вариант схема линии доступа сети связи представлена на рис. 4.

Телефонные аппараты в данной сети могут быть как аналоговыми (0,3 – 3,4 кГц), так и цифровыми (64 кб/с). Основной цифровой канал 64 кб/с, предоставляемый абоненту связи, должен иметь, как правило, сонаправленный стык. Необходимо также предусмотреть возможность выхода абонента на обслуживающий персонал.

Абонентские терминалы подключаются к блокам АИ АТА (ЦТА) мультиплексоров.

Мультиплексоры обеспечивают формирование из сигналов аналоговых или цифровых телефонных аппаратов с различными скоростями передачи групповых цифровых сигналов Е1 (G.704) нескольких (1,2,4,8..) направлений передачи.

Блоки АИ АТА обеспечивают абонентские интерфейсы, осуществляют ввод/вывод речевых сигналов в диапазоне 0,3 – 3,4 кГц и их преобразование в основной цифровой канал (ОЦК). Они выполняются в виде совокупности абонентских и станционных комплектов, позволяющих подключить соответствующее количество абонентских и соединительных линий.

При необходимости мультиплексоры должны снабжаться блоками АИ RS – 232 С, V. 35, V. 36/ X. 21 и др.

Также мультиплексоры способны реализовать транзитную передачу невыделенных из одного потока Е1 индивидуальных цифровых сигналов в другой поток Е1.

Далее поток (потоки) Е1 передается на радиорелейную станцию и транслируется в транспортную сеть ЕСЭ.

Групповой цифровой сигнал Е1 в мультиплексоре, расположенном вблизи цифровой АМТС (ЦАМТС), преобразуется в ОЦК и подключается к линейным модулям

ЦАМТС. Коммутация цифровых каналов внутри ЦАМТС осуществляется в соответствии со стандартом ИКМ-30.

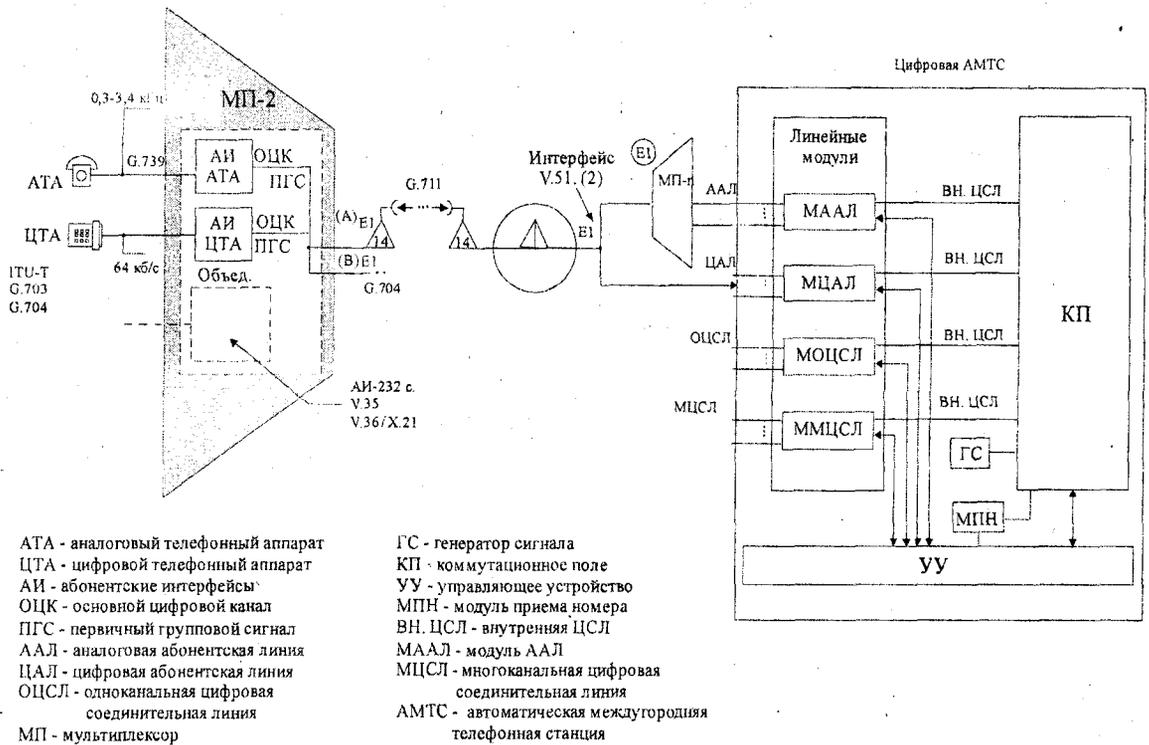


Рисунок 4 – Структурная схема абонентского доступа

Достоинства данного способа включения абонентов специальной связи в удаленную АМТС следующие:

- Быстрое подключение новых абонентов при модернизации и изменении сети доступа.
- Возможность предоставления новых услуг (цифровые каналы и ISDN).
- Минимизация стоимости сети доступа и эксплуатационных затрат.
- Возможность рационального перераспределения ресурсов сети доступа и предоставления широкополосных услуг по требованию.
- Обеспечение "запаса ресурса" сети доступа для предоставления новых услуг в будущем.
- Существенное сокращение объемов перевозимого оборудования и соответствующее сокращение обслуживающего персонала.
- Простота в установлении соединений.

Таким образом, предлагаемый вариант построения сетей связи для обеспечения телекоммуникационного взаимодействия в районах, не оборудованных в отношении связи, позволяет сократить время доставки сообщений, тем самым повысить показатели своевременности.

Недостатком данной сети связи является ее недостаточная устойчивость, что обусловлено существующей связностью элементов сети.

Область применения сети определяется ее большой протяженностью или отдаленностью районов развертывания узлов связи.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Воробьев, Л.В. Сети связи и системы коммутации [Текст]: учебное пособие, под ред. А.Т. Спицына / Л.В. Воробьев, А.Т. Спицын – СПб.: ВУС, 2004. –148 с.
2. Булгак, В.Б. Основы управления связью Российской Федерации [Текст]/ В.Б. Булгак, Л.Е Варакин; под ред. Крупнова А.Е. – М.: Радио и связь. 1998. – 184 с.
3. Крухмалев, В.В. Основы построения телекоммуникационных сетей и систем [Текст] / В.В. Крухмалев. – М.: Горячая линия - Телеком, 2004.
4. Ломовицкий, В.В. Основы построения систем и сетей передачи информации [Текст]: учебное пособие для вузов / В.В. Ломовицкий, А.И. Михайлов, К.В. Шестак, В.М. Щекотихин; под ред. В.М. Щекотихина – М.: Горячая линия–Телеком, 2005. – 382 с.
5. Бронштейн, И.Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУ-Зов [Текст] / И.Н. Бронштейн, К.А. Семендяев. – Москва.: Наука, 1986. - 544 с.
6. Основные положения развития Взаимоувязанной сети связи РФ на перспективу до 2005 года. Руководящий документ. Справочное приложение 2.

**Филякин Александр Александрович**

Адъюнкт

Академия ФСО России, г. Орел

Тел.: 8-905-856-42-44

УДК 681.3

ФОМИН А.А.

## ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ВИРТУАЛЬНОЙ СРЕДЫ

Many companies, including Russian, already now introduce technologies of virtual servers and desktop systems, colliding thus with considerable quantity of problems. Though use of virtual machines now very fashionably, experts on protection of the information sees a significant source of threats of information safety in their use.

Виртуальная машина – это окружение, которое представляется для «гостевой» операционной системы, как аппаратное. Однако на самом деле это программное окружение, которое симулируется программным обеспечением клиентской системы.

Виртуализация на уровне операционной системы – виртуализирует физический сервер на уровне операционной системы, позволяя запускать изолированные и безопасные виртуальные серверы на одном физическом сервере.

На уровне приложений виртуализация существует уже давно – еще в 60-е и 70-е годы прошлого века данной технологией пользовались, чтобы «обманывать» однопользовательские однозадачные среды. Целью виртуализации была необходимость перехода от исключительно пакетной обработки к интерактивным приложениям и обеспечения параллельной работы нескольких пользователей и приложений. Сегодня большинство операционных систем занимается параллельным выполнением приложений и может обслуживать много пользователей, и все же средства виртуализации продолжают разрабатываться, чтобы обеспечить одновременную работу нескольких операционных систем на одной физической машине.

Виртуализация принесла в мир настольных компьютеров и серверных систем множество новых и перспективных возможностей, которые были с энтузиазмом восприняты большинством пользователей. Технологии виртуализации представляют собой целую концепцию, существенно изменяющую подход к инфраструктуре информационных технологий и позволяющую увеличить ее эффективность и гибкость за счет одновременного запуска нескольких виртуальных систем на одной физической машине. На данный момент виртуализация применяется на самых различных уровнях абстракции программных и аппаратных систем, начиная от виртуализации приложений и заканчивая виртуализацией корпоративных систем хранения данных.

При внедрении технологий виртуализации возрастает сложность программно-аппаратных комплексов. Это связано с необходимостью иметь вспомогательное программное либо аппаратное обеспечение. Появление в вычислительной инфраструктуре дополнительного программного или аппаратного обеспечения требует дополнительных затрат на сопровождение и поддержку, а также способно вызвать увеличение количества потенциальных точек отказа, что в свою очередь может привести к снижению надежности всей системы и сложности отслеживания отказов.

Проблемы возникают и на этапе интеграции решений по виртуализации от различных производителей. Отсутствие каких-либо стандартов приводит к тому, что эти решения либо вообще не интегрируются, либо требуют для интеграции дополнительный слой нестандартных решений, что приводит к снижению надежности или к необходимости построения всей инфраструктуры на решениях от одного производителя для устранения проблем несовместимости.

Повышение сложности информационной инфраструктуры, увеличение критичности сбой компонента, обеспечивающего виртуализацию, применение узкоспециализированных решений предъявляет дополнительные требования к персоналу, обеспечивающему разработку решения, внедрение этого решения в существующую информационную инфраструктуру и реализацию последующей технической поддержки.

Среди других недостатков виртуализации следует отметить возможные проблемы, связанные с технической поддержкой решений, осуществляемой производителями программного обеспечения, проблемы лицензирования и проблемы централизованного мониторинга и управления средствами виртуализации. Производители программных продуктов, как правило, осуществляют техническую поддержку своих решений только в проверенных ими средах, а работоспособность в других не гарантируется. При использовании программного продукта в виртуальной среде, не поддерживаемой производителем программного обеспечения, могут возникнуть сложности с получением реальной технической помощи. Не все поставщики программного обеспечения пересматривают схемы лицензирования с учетом виртуализации, а некоторые вообще не поддерживают свои программные продукты для работы в такой среде. В том случае, если, политика лицензирования программного продукта привязана к вычислительной мощности сервера, то, размещая приложение в виртуальной среде, использующей только часть вычислительных ресурсов, пользователь все равно должен будет оплатить лицензии за мощность всего сервера. В гетерогенных средах, когда приложения размещены в разных средах виртуализации, каждой такой средой приходится управлять собственным инструментом. Общей консоли на данный момент не существует, и пока существует только один выход – использование скриптов, что довольно сложно, трудоемко и может значительно усложнить задачи управления и мониторинга.

Основной и мало изученной проблемой виртуализации на данный момент является проблема защищенности виртуальных ресурсов. Известно, что виртуализация, внедряемая без учета политики информационной безопасности, может повлечь неприятности для компании. По данным экспертов аналитической компании Gartner Inc, безопасность предприятий, уже частично внедривших в свою инфраструктуру виртуальные технологии, скорее ухудшилась, чем улучшилась. Первоначально большинство пользователей считало, что виртуализация усилит безопасность. Но на практике дело обстоит иначе, и основная причина – с внедрением виртуализации администраторы безопасности продолжают применять к инфраструктуре старую политику информационной безопасности. Как считают аналитики компании Gartner Inc, в ближайшие два года 60% виртуальных серверов будут менее защищены, чем их физические аналоги.

Основными положениями, вызывающими недоверие организаций при внедрении виртуализации, являются:

- Надежность виртуальных систем. Несколько виртуальных машин, размещенных на одной физической платформе, существенно повышают риск выхода из строя критически важных систем по причине отказов оборудования, нестабильной работы платформы виртуализации и неправильного распределения нагрузки. Решения по обеспечению высокой доступности в платформах виртуализации являются непростыми в настройке и использовании и стоят немалых денег.

- Безопасность при использовании виртуальных систем. Виртуализация представляет собой еще один уровень абстракции компьютерных систем, который, безусловно, является потенциальным источником угроз. Ведь платформа виртуализации является еще одним звеном в цепочке объектов, нуждающихся в защите от несанкционированного доступа. При этом получение контроля над серверной частью виртуальной системы означает получение доступа ко всем виртуальным системам, запущенным на ней. Данный факт заставляет уделять повышенное внимание защите серверов виртуализации. К тому же, платформа виртуализации сама представляет собой объект для внутренних и внешних атак и уязвимости виртуальной среды могут привести к непоправимым последствиям для функционирования корпоративной инфраструктуры организации. Множество уязвимостей, найденных в последнее время в платформах виртуализации, заставили заговорить всерьез о безопасности виртуальных систем, как об одном из самых значимых факторов при принятии решения о внедрении виртуализации.

На данный момент, безопасность виртуальных машин является ключевой проблемой в их использовании и находится в центре внимания информационного сообщества.

За 9 месяцев 2007 года в программном обеспечении VMware было найдено свыше 20 уязвимостей, что почти в полтора раза больше, чем за предыдущие два года в сумме.

Необходимо учитывать, что в цепочке объектов, нуждающихся в защите, появляется также платформа виртуализации, необходимо убедиться в ее соответствии современным стандартам безопасности, а также своевременно устанавливать на нее все необходимые обновления. В условиях большого количества серверов виртуализации необходимы средства централизованного управления обновлениями для поддержания уровня безопасности во всей инфраструктуре предприятия. Поскольку несколько виртуальных серверов размещены на одном оборудовании, то нельзя, к примеру, разделить приватные и публичные данные между ними физически, в отличие от реальных компьютеров, между которыми можно условно разъединить сетевой кабель. Кроме того, технологии виртуализации сами по себе являются средством для создания новых видов угроз. Несмотря на то, что в целом виртуальная машина в отношении ее поведения в пределах корпоративной инфраструктуры компании немногим отличается от физического сервера, существуют несколько специфических особенностей платформ виртуализации, которые могут привести как к угрозе несанкционированного доступа извне, так и к внутренним атакам. Простая переносимость виртуальных систем на другие физические платформы и популярность использования виртуальных машин по модели SaaS (Software as a Service) приводят к тому, что критически важные системы со всеми конфиденциальными данными могут быть украдены путем копирования виртуальной машины на флэш-накопитель за считанные минуты. Далее эта виртуальная машина может использоваться злоумышленником на любом компьютере. Кроме того, виртуальная машина может использоваться для незаконного распространения информации, находящейся внутри нее. Достаточно лишь запустить виртуальную машину и получить доступ к нелегальной информации или сервису. Простота развертывания виртуальных систем рождает их бесконтрольное использование в пределах инфраструктуры организации. Однако довольно часто развертываемые машины не соответствуют требованиям и политикам безопасности, установленным в компании. Такие системы, после их взлома злоумышленниками, могут использоваться в качестве исходных точек для проникновения в критически важные зоны.

Опасность бесконтрольного развертывания виртуальных систем заключается еще и в том, что участились случаи нарушения лицензионного соглашения на операционные системы или программное обеспечение при создании их копий в виртуальных машинах, что может явиться источником проблем для организации. Кроме того, особенности реализации внутреннего и внешнего сетевого взаимодействия платформами виртуализации часто приводят к тому, что создается угроза для большого количества систем при получении контроля над одной из виртуальных машин.

Рассмотрим ряд подходов к обеспечению безопасности виртуальных систем. После того, как технологии виртуализации доказали свою эффективность на множестве примеров, многие аналитики разделились во мнениях по поводу того, как следует защищать виртуальные системы от внешних и внутренних угроз. Некоторые аналитики и специалисты по безопасности говорят о том, что виртуальные системы в контексте безопасности ничем не отличаются от физических систем. Им также требуется антивирусное программное обеспечение, межсетевые экраны, спам – фильтры и другие классические системы безопасности. Другая часть специалистов, напротив, утверждает, что специфика технологий виртуализации требует совершенно иного подхода к виртуальным системам, чем к физическим системам, поскольку первые обладают значительно большей гибкостью, простотой развертывания, что требует большего контроля за соблюдением политик информационной безопасности. Нередко виртуальные машины развертываются из единого сконфигурированного шаблона на несколько экземпляров систем в корпоративной информационной системе предприятия. Образование уязвимостей в виртуальной среде приведет к тому, что все подобные виртуальные системы окажутся скомпрометированными.

Это означает, что необходимо централизованно следить за обновлениями программного обеспечения и применять специализированное программное обеспечение для

защиты виртуальных систем в рамках несколько иной стратегии, чем в реальной инфраструктуре.

В отношении построения периметра безопасности для защиты от внутренних угроз виртуальная инфраструктура также требует выбора особой стратегии защиты, поскольку виртуальные машины, во-первых, могут быть значительно легче украдены, а во-вторых, разграничение доступа между пользователями виртуальных систем сервера виртуализации реализуются средствами самой платформы, что не всегда соответствует требованиям безопасности. Наряду с угрозами информационной безопасности виртуальной среды существуют также и способы ее защиты. При использовании парка виртуальных машин в пределах инфраструктуры компании необходима аналогичная защита, как и физических серверов. Все традиционные меры и политики безопасности, применимые к ним, требуется использовать и в виртуальной инфраструктуре. Поскольку сервер с платформой виртуализации является наилучшей точкой для получения доступа злоумышленников к целевым системам в виртуальных машинах, нужно уделить особенное внимание его защите и обновлениям. Все виртуальные системы, к которым может быть осуществлен доступ, не должны быть неуправляемыми и должны поддерживаться в соответствии с корпоративными стандартами безопасности. Также необходимо внимательно следить за развертыванием виртуальных машин на серверах компании и не позволять уязвимой системе работать в ее информационной среде. Для контроля данного фактора могут использоваться такие системы, как продукты семейства Microsoft System Center.

Далее рассмотрим ряд рекомендаций для поддержания виртуальной инфраструктуры в безопасном состоянии:

- необходимо контролировать защиту данных не только внутри виртуальных машин, но и сами образы виртуальных систем;
- необходимо использовать специализированные решения для защиты серверов виртуализации;
- для особо значимых машин в пределах серверов виртуализации можно использовать системы обнаружения или предотвращения вторжений;
- в случае распространения конфиденциальной информации в виртуальных машинах необходимо использовать специализированные защищенные платформы виртуализации.

Все это приводит нас к выводу, что вопросы безопасности виртуальных технологий должны продумываться еще на этапе подготовки проекта, а не после его внедрения, и этот анализ будущей политики безопасности может повлиять на выбор того или иного решения виртуализации, представленного в настоящий момент на рынке.

В последнее время безопасность является одним из ключевых факторов при принятии решения об использовании технологий виртуализации. В условиях необходимости защиты конфиденциальной информации виртуальные машины требуют повышенного внимания, хотя они и, напротив, могут использоваться для обеспечения безопасности. В то же время, виртуализация сама по себе, как еще не опробованная технология, таит в себе множество опасностей. Поэтому при использовании виртуализации необходимо грамотно спланировать политику информационной безопасности виртуальной среды.

## ЛИТЕРАТУРА

1. iXBT.com [Текст] // 2006. - №49.
2. Системный администратор [Текст] // 2006. - №11. – 96 с.

**Фомин Андрей Александрович**

Аспирант

Нижегородский государственный технический университет, г. Н.Новгород

Тел.: + 7-904-390-71-05

E-mail: fomin-aa@ya.ru

УДК 004.75

ФРОЛОВ А.И.

## О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРИМЕНЕНИЯ ТРАДИЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ В СОВРЕМЕННЫХ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

The prerequisites for Quality of Service (QoS) perfection in the modern distributed information systems are concerned. The review of the basic queuing algorithms using in the networking is given. Disadvantages of them are discovered and the requirements for QoS model in modern distributed information systems are formulated.

### 1 ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время укрупнение предприятий с географической рассредоточенностью и интеграция разрозненных информационных систем приводят к значительному увеличению интенсивности использования сетевых ресурсов, концентрации больших объемов данных в централизованных хранилищах, росту сложности решаемых вычислительных задач и т.д.

Отсюда следует, что одной из необходимых составляющих современной распределенной информационной системы является подсистема контроля и управления производительностью, которая должна реализовывать функции обеспечения качества обслуживания (QoS – Quality of Service).

Одной из основных функций QoS является распределение ресурсов информационно-телекоммуникационной системы. Функция распределения ресурсов базируется на определенном алгоритме управления очередями, возникающими в результате перегрузок сети. Минимальное требование, предъявляемое к поддерживающему функции QoS алгоритму обслуживания очередей, – способность дифференцировать и определять требования к обработке различных потоков трафика. В соответствии с этими параметрами алгоритм обслуживания должен планировать порядок обработки поставленных в очередь заявок.

Активные исследования в области обеспечения качества обслуживания начались с середины 80-х годов. Потребность в них проявилась с началом бурного роста сети Internet и приобретением ею коммерческих черт. Это обусловило привязку исследований в области QoS только к задачам передачи данных через сеть. Поэтому рассмотрим основные дисциплины и алгоритмы управления очередями, используемые в сетях.

### 2 ОСНОВНЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ ОЧЕРЕДЕЙ С ПОДДЕРЖКОЙ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Приоритетное обслуживание.** Схема приоритетного обслуживания (PQ – Priority Queuing) реализует правило «обслуживание менее приоритетных очередей начинается только после полного освобождения более приоритетных». Поэтому ее часто называют схемой обработки очередей с абсолютным приоритетом.

Приоритетное обслуживание пакетов востребовано в сетях, где передача трафика, необходимого для решения критически важных задач, должна быть осуществлена даже при условии полного доминирования высокоприоритетного трафика в моменты перегрузки сети [1, 2].

**Максиминная схема равномерного распределения ресурсов.** Данная схема является обобщенной и рассматривается как базис для приведенных ниже. Предполагается, что разные пользователи предъявляют различные требования к ресурсам и существует

возможность их классификации в порядке возрастания требований. Ниже дано определение максиминной схемы равномерного распределения ресурсов (max-min fair-share allocation scheme) [3].

1. Ресурсы распределяются в порядке возрастания требований.
2. Пользователь не может получить превышающий его потребности объем ресурсов.
3. Ресурсы распределяются равномерно между пользователями с неудовлетворенными требованиями.
4. Объем ресурсов, предоставляемых пользователю  $i$ , рассчитывается по следующей формуле:

$$V_i = (V_{sum} - V_{distr}) / N, \quad (1)$$

где  $V_{sum}$  – весь объем ресурсов;

$V_{distr}$  – объем распределенных на предыдущих проходах ресурсов;

$N$  – количество пользователей, которым все еще требуются ресурсы.

Выделение ресурсов осуществляется посредством итеративной процедуры распределения избыточной доли ресурса в порядке возрастания требований пользователей. Все пользователи с неудовлетворенными требованиями получают равные объемы ресурсов. Максиминная схема равномерного обслуживания получила свое название в связи с тем, что пользователь с неудовлетворенными требованиями получает максимум из возможных минимальных равномерных долей.

Модификация данной схемы, где каждому пользователю назначается определенный вес, получила название взвешенной максиминной схемы равномерного распределения ресурсов (weighted max-min fair-share allocation scheme). В соответствии этой схемой каждому пользователю выделяется равномерная доля ресурсов, пропорциональная его весу.

**Обобщенная схема разделения процессорного времени.** При обработке потоков трафика, передаваемого по методу негарантированной доставки (а также всех других равновесных классов трафика), должна применяться схема, обеспечивающая справедливое обслуживание по типу максиминной схемы равномерного распределения ресурсов. Такой схемой является обобщенная схема разделения процессорного времени (Generalized Processor Sharing – GPS).

В соответствии со схемой GPS каждый поток трафика помещается в собственную логическую очередь, после чего бесконечно малый объем данных из каждой непустой очереди обслуживается по круговому принципу [4]. Необходимость обработки бесконечно малого объема данных на каждом круге обусловлена требованием обслуживания всех непустых очередей на любом конечном временном интервале. Следовательно, схема GPS является справедливой в любой момент времени.

Если всем потокам трафика назначить вес, то объем данных потока, обрабатываемый на каждом круге, будет пропорционален его весу. Подобное расширение схемы GPS фактически представляет собой взвешенную максиминную схему равномерного обслуживания.

Несмотря на то, что GPS является идеальным воплощением максиминной схемы равномерного распределения ресурсов, подобная модель не может быть реализована на практике, так как пакеты имеют конечный и, в общем случае, различный размер. Однако ее теоретическое значение заключается в том, что считается, что к алгоритму обслуживания очередей, пригодному для практического использования, выдвигаются два требования [1, 2]: он должен быть как можно более близкой аппроксимацией схемы GPS и должен быть реализуемым на практике.

**Дисциплина управления очередями на основе кривых обслуживания.** Впервые кривые обслуживания были описаны и применены Рене Крузом (Rene L. Cruz) в работах [5] и [6].

Говорится, что потоку  $i$  гарантирована кривая обслуживания  $S_i(\cdot)$ , где  $S_i(\cdot)$  – неубывающая функция, если для некоторого момента времени  $t_2$ , когда поток  $i$  имеет непустую очередь, найдется момент времени  $t_1 < t_2$ , в который начался период простоя  $i$ -го потока (необязательно включающий  $t_2$ ), такой что выполняется следующее условие:

$$S_i(t_2 - t_1) \leq w_i(t_1, t_2), \quad (2)$$

где  $w_i(t_1, t_2)$  – количество ресурса, выделенное потоку  $i$  в течение интервала времени  $(t_1, t_2]$ .

Если кривая обслуживания (Service Curves) в какой либо дисциплине является невогнутой, то дисциплина работает по принципу «первым выбирается элемент, имеющий ранний предельный срок» (Earliest Deadline first), – SCED [7].

Предельный срок вычисляется для каждого пакета на основании кривой предельного срока  $D_i$ . Пакеты отправляются в порядке возрастания их предельных сроков. Кривая предельного срока вычисляется таким образом, чтобы в идеальной потоковой системе кривая обслуживания потока  $i$  гарантировалась, если в любой момент времени  $t$ , когда очередь потока  $i$  активна, по крайней мере  $D_i(t)$  ресурса было предоставлено потоку  $i$ . Исходя из (2), это дает:

$$D_i(t) = \min_{t_1 \in B_i(t)} (S_i(t - t_1) + w_i(t_1)), \quad (3)$$

где  $B_i(t)$  – множество моментов времени, меньших или равных  $t$ , в которых поток  $i$  начинал простаивать;

$w_i(t_1) = w_i(0, t_1)$  – общее количество ресурса, полученное потоком  $i$  ко времени  $t_1$ .

Для вычисления  $D_i$  используется следующая итеративная процедура. Когда у потока  $i$  появляется непустая очередь в первый раз,  $D_i$  присваивается значение  $S_i(\cdot)$ . Затем, когда поток  $i$  начинает простаивать снова в момент времени  $a_i^k$  (начало  $k$ -го периода простоя потока  $i$ ) после периода занятости потока,  $D_i$  обновляется в соответствии со следующим выражением:

$$D_i(t) = \min(D_i(a_i^{k-1}; t), S_i(t - a_i^k) + w_i(a_i^k)), \quad t \geq a_i^k. \quad (4)$$

Гарантии, определяемые на основе кривых обслуживания являются достаточно общими. Например, приведенный ниже алгоритм равномерного обслуживания может быть представлен линейной кривой обслуживания с точкой в начале координат. На самом деле потоковая схема GPS может поддерживать кривые обслуживания более общего вида. Однако на практике существует ряд ограничений, связанных со сложностью реализации [8].

Линейная кривая обслуживания может быть охарактеризована лишь одним параметром. Таким образом, наклон определяет полосу пропускания, выделенную потоку, а требования к задержке не могут быть выражены отдельно. Как следствие, даже если максимальное значение задержки будет обеспечено посредством линейной кривой обслуживания, это приведет к отсутствию гибкости в распределении ресурса вследствие связанности гарантий максимальной задержки и полосы пропускания.

Таким образом, основным отличием дисциплины SCED является четкое разграничение двух критериев качества обслуживания: полосы пропускания и задержки (посредством использования кривых обслуживания произвольной формы).

### 3 ОСНОВНЫЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОЧЕРЕДЯМИ С ПОДДЕРЖКОЙ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ

**Взвешенный алгоритм равномерного обслуживания очередей.** Взвешенный алгоритм равномерного обслуживания очередей (Weighted Fair Queuing – WFQ) представляет собой аппроксимацию схемы GPS, поскольку он моделирует поведение планировщика GPS без нереализуемого на практике предположения о бесконечно малом объеме обрабатываемых данных [9, 10]. Основой алгоритма WFQ является алгоритм FQ (Fair Queuing), в соответствии с которым все потоки трафика рассматриваются как равные между собой, т.е. как потоки с одинаковым весом.

Алгоритм FQ моделирует схему GPS путем вычисления порядкового номера каждого полученного пакета. По существу, порядковый номер пакета представляет собой служебную метку, определяющую относительный порядок обработки пакетов.

Для представления механизма моделирования схемы GPS, вводится переменная, называемая «счетчиком циклов» (round number). Значение счетчика циклов  $R(t)$  определяет количество выполненных циклов побайтового планировщика кругового обслуживания в заданный момент времени  $t$ . Обозначим  $S_i^\alpha$  и  $F_i^\alpha$  как значения  $R(t)$  в моменты поступления  $i$ -го пакета, принадлежащего потоку  $\alpha$ , в систему и завершения его обслуживания соответственно:

$$S_i^\alpha = \text{MAX}(F_{i-1}^\alpha, R(t_i^\alpha)), \quad (5)$$

$$F_i^\alpha = S_i^\alpha + P_i^\alpha, \quad (6)$$

где  $P_i^\alpha$  – размер  $i$ -го пакета, принадлежащего потоку  $\alpha$ , в битах;

$t_i^\alpha$  – время поступления в систему  $i$ -го пакета, принадлежащего потоку  $\alpha$ .

Так как  $R(t)$  является монотонной строго возрастающей функцией, то возрастающая последовательность значений  $F_i^\alpha$  является последовательностью завершения обслуживания соответствующих пакетов. Таким образом, значения  $F_i^\alpha$  определяют порядок выбора пакетов на обслуживание.

Если каждому потоку назначается вес  $\varphi_i$ , определяющий его приоритет, то поток будет обслуживаться пропорционально этому весу, и формула (6) приобретает вид:

$$F_i^\alpha = S_i^\alpha + P_i^\alpha / r_i, \quad (7)$$

где  $r_i$  – гарантированная скорость обработки потока обслуживающим устройством  $r = r \cdot \varphi_i$ .

Такое расширение алгоритма равномерного обслуживания очередей получило название взвешенного алгоритма равномерного обслуживания очередей (WFQ).

**Управление очередями, основанное на классах.** Этот подход, позднее названный Classed-based queuing (CBQ), был предложен Ван Якобсоном в 1991 году [11]. Основными его отличиями являются возможность распределения пакетов не только по потокам, но и по классам, иерархическая структура классов, предоставление дополнительных гарантий различным видам трафика по величине задержки.

Определение класса трафика в значительной мере произвольно. Структура классов может быть иерархической. Каждый класс имеет собственную очередь, и ему гарантируется, по крайней мере, некоторая доля пропускной способности канала. Если какой-либо класс не исчерпывает предоставленный ему лимит пропускной способности, то остальные классы увеличивают свою долю пропорциональным образом. По отношению к критичным к задержкам классам трафика может применяться механизм приоритетного обслуживания.

**Справедливое в наихудшем случае взвешенное равномерное обслуживание очередей.** Пакетная аппроксимация взвешенной обобщенной схемы распределения процессорного времени на основе алгоритма WFQ обладает рядом недостатков. Одним из них является значительное отличие уровня обслуживания от идеального распределения во взвешенной схеме GPS при определенной конфигурации входных потоков [13]. Вторым недостатком пакетной аппроксимации GPS – периодическое колебание величины задержки в случае изменения интенсивности потока.

С целью минимизации различия между пакетной системой и идеальной GPS-системой был предложен новый алгоритм управления очередями с поддержкой качества обслуживания, названный алгоритмом справедливого в наихудшем случае взвешенного равномерного обслуживания очередей (Worst-case fair weighted fair queuing – WF<sup>2</sup>Q).

Также, как и в алгоритме WFQ, осуществляется выбор пакета с минимальным (виртуальным) временем завершения обслуживания  $F_i^a$ . Отличие заключается в том, что выбор производится не среди всех пакетов, находящихся в головах активных очередей, а среди так называемых «пригодных» (eligible) на текущий момент времени пакетов. Пригодными на момент времени  $t$  называются пакеты, которые уже начали обслуживание в идеальной схеме GPS, т.е. виртуальное время начала обслуживания  $R(t_i^a)$  меньше или равно текущему виртуальному времени  $R(t)$ .

**Пакетный алгоритм иерархического равномерного обслуживания очередей.** Алгоритм WF<sup>2</sup>Q, несмотря на значительные преимущества, является неэффективным по времени (также как и WFQ имеет сложность  $O(N)$  по количеству активных классов) и поддерживает лишь одноуровневое распределение ресурсов. С целью использования в качестве блока многоуровневой модели качества обслуживания этот алгоритм был модифицирован и получил название WF<sup>2</sup>Q+. Сохраняя все свойства алгоритма WF<sup>2</sup>Q, он имеет сложность по времени  $O(\log N)$  [13]. Алгоритм, реализующий многоуровневую модель с приведенной выше сложностью получил название пакетного алгоритма иерархического равномерного обслуживания очередей (Hierarchical packet fair queuing – H-PFQ).

**Иерархический алгоритм на базе кривых обслуживания.** Идеальная схема SCED гарантирует, что если кривая обслуживания является невогнутой, то:

- одновременно будет обеспечено качество обслуживания для всех классов иерархии в соответствии с их кривыми обслуживания;
- неиспользуемая полоса пропускания будет распределяться между активными классами равномерно (справедливо).

Показано [8], что идеальная модель не может быть реализована во все моменты времени. Несмотря на это она дает два важных результата. Во-первых, в отличие от рассмотренных выше моделей, она явно определяет ситуации, в которых невозможно одновременное удовлетворение всех требований. Во-вторых, модель имеет идеальную цель и должна аппроксимироваться алгоритмом настолько точно, насколько это возможно.

С целью аппроксимации модели был разработан иерархический алгоритм на базе кривых обслуживания (Hierarchical Fair Service Curve – HFSC), который направлен на достижение трех целей [8]:

- гарантировать кривые обслуживания для всех листовых классов;
- минимизировать кратковременные несоответствия между требуемым внутренним классом количеством сервиса и количеством, определяемым HFSC-моделью;
- справедливо распределить неиспользованный ресурс среди потомков внутреннего класса одного уровня иерархии.

Для достижения поставленных целей выделяются два правила: правило реального времени (*real-time criterion*), обеспечивающее кривые обслуживания для листовых классов, и правило распределения (*link-sharing criterion*), используемое для удовлетворения кривых обслуживания внутренних классов иерархии и распределения неиспользованного ресурса. Правило реального времени вступает в силу только в случае потенциальной опасности нарушения гарантий кривой обслуживания в листовом классе. В иных случаях применяется правило распределения. С целью определения правила, которое должно вступить в силу, для каждого листового класса вводится дополнительная кривая «пригодности» (*eligible curve*). В этом случае на обслуживание выбирается пакет активного листового класса, имеющий наименьшее значение предельного срока и текущее значение кривой пригодности меньше или равное текущему виртуальному времени. Если такой класс существует, то обслуживание осуществляется в соответствии с правилом реального времени, если не существует, – в соответствии с правилом распределения.

Алгоритм имеет небольшую сложность по времени –  $O(\log N)$ , где  $N$  – количество активных классов.

**Алгоритм на основе виртуальных часов.** Алгоритм на основе виртуальных часов (*Virtual clock*) является еще одной аппроксимацией схемы GPS. Под виртуальным временем потока понимается взвешенное количество переданной потоком информации [14]. Критерием выбора очередного пакета на обслуживания является минимизация разницы между показаниями виртуальных часов различных потоков (т.е. выбирается поток с минимальным значением виртуального времени).

Принципиальным отличием данного подхода от всех рассмотренных ранее является наличие штрафа за использованный ранее ресурс, даже если он использовался без притеснения других потоков, так как виртуальные часы отсчитывают общее количество ресурса, полученное потоком.

#### 4 ВЫВОДЫ

Очевидно, что существующие подходы к обеспечению качества обслуживания работают с информацией третьего-четвертого уровней модели OSI. Эти методы необходимы, эффективны и широко используются. Однако можно выявить ряд существенных недостатков, которые все более очевидны с повышением интенсивности использования развитых распределенных информационных систем.

1. Элементарным объектом управления в существующих подходах является пакет, а не заявка пользователя (приложения) на обслуживание.

2. Система приоритетов по величине задержки является негибкой и неточной, так как в большинстве алгоритмов применяется шкала порядка на основе приоритетного обслуживания, а не шкала отношений (как для полосы пропускания). Единственным алгоритмом, поддерживающим явное задание требований по задержке, является HFSC. Однако требования задаются в абсолютных величинах, что не позволяет пропорционально изменять долю выделенного ресурса в зависимости от динамически меняющегося текущего состояния обслуживающего устройства.

3. Приоритет, назначаемый пакету, не может зависеть от смыслового значения информации, находящейся в нем.

Данные недостатки являются следствием концептуального положения сложившейся системы QoS – качество обслуживания рассматривается с точки зрения качества функционирования сети и ее подсетей.

Основным направлением дальнейшего развития систем качества обслуживания должно стать обеспечение *качества обслуживания на уровне пользователя*, так как ко-

нечной целью любой распределенной информационной системы является качественное удовлетворение информационных запросов пользователей. Основной (комплексной, интегрированной) характеристикой качества обслуживания для пользователя является время реакции системы. Естественно, это время будет зависеть от многих факторов. Но в условиях перегрузки подавляющую часть этого времени будет составлять время ожидания в очереди или очередях промежуточных узлов маршрута, и этими перегрузками необходимо эффективно управлять.

Таким образом, для удовлетворения новых требований современных распределенных информационных систем к дифференциации качества обслуживания в рамках однородных потоков данных на уровне задач пользователей необходимо применение механизмов обеспечения качества обслуживания на прикладном уровне. Они должны отвечать следующим требованиям:

- элементарным объектом управления модели обеспечения качества обслуживания является заявка;
- критерием классификации заявок является смысловое значение (семантика) передаваемой информации, а именно, важность оперативности ее доставки пользователю с точки зрения производственного процесса и функционирования распределенной информационной системы;
- основной характеристикой качества обслуживания конкретной заявки является задержка в очереди при ожидании освобождения обслуживаемого устройства;
- под обслуживаемым устройством понимается как канал передачи данных, так и обслуживаемое оконечное оборудование данных.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вегешна, Ш. Качество обслуживания в сетях IP [Текст] / Ш. Вегешна. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2003. – 368 с.
2. Олифер, В.Г. Новые технологии и оборудование IP-сетей [Текст] / В.Г. Олифер, Н.А. Олифер. – СПб.: БХВ-Петербург, 2001. – 512 с.
3. Kesliav, S. An Engineering Approach to Computer Networking [Text] / S. Kesliav. – Massachusetts: AddisonWesley Publishing Company, 1997. – 688 p.
4. Parekh, A. A generalized processor sharing approach to flow control in integrated services networks: The single node case [Text] / A. Parekh, R. Gallager // IEEE/ACM Transaction on Networking, 1993. – №3. – V1. – P. 344-357.
5. Cruz, R. Service burstiness and dynamic burstiness measures: A framework [Text] / R. Cruz // Journal of High Speed Networks, 1992. – №2. – V1. – P. 105-127.
6. Cruz, R. Quality of service guaranteed in virtual circuit switched network [Text] / R. Cruz // IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1995. – №6. – V13. – P. 1048-1056.
7. Cruz, R. Scheduling for quality of service guarantees via service curves [Text] / R. Cruz, G. Polyzos // In the Proceedings of the International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN), 1995. – P. 512-520.
8. Stoica, I. A Hierarchical Fair Service Curve Algorithm for Link-Sharing, Real-Time and Priority Services [Text] / I. Stoica, H. Zhang // In Proceedings of the ACM-SIGCOMM97, 1997. – P. 249-262.
9. Demers, A. Analysis and simulation of a fair queuing algorithm [Text] / A. Demers, S. Keshav, S. Shenker // Internetworking: Research and Experience, 1990. – V1. – P. 3-26.

10. Demers, A. A classical self-locked WFQ algorithm [Text] / A. Demers, S. Keshav, S. Shenker // SIGCOMM 1989, 1989. – P. 51-67.
11. Floyd, S. Link-sharing and resource management models for packet networks [Text] / S. Floyd, V. Jacobson // IEEE/ACM Transactions on Networking, 1995. – №4. – V3. – P. 365-386.
12. Bennett, J.C. WF<sup>2</sup>Q: Worst-case fair weighted fair queuing [Text] / J.C.R. Bennett, H. Zhang // In Proceedings of IEEE INFOCOM'96, 1996. – P. 120–128.
13. Bennett, J.C. Hierarchical packet fair queuing algorithms [Text] / J.C.R. Bennett, H. Zhang // In Proceedings of the ACM-SIGCOMM96, 1996. – P. 143-156.
14. Zhang, L. Virtual clock: A new traffic control algorithm for packet switched networks [Text] / L. Zhang // IEEE/ACM Transactions on Computer Systems, 1990. – №2. – V9. – P. 10-24.

**Фролов Алексей Иванович**

Доцент кафедры «Информационные системы», к.т.н.  
Орловский государственный технический университет  
Тел.: (4862) 76-19-10  
E-mail: aifrolov@ostu.ru

УДК 681.5

ХАЛИМОН В.И., СМИРНОВ А.В.

## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРУЗКИ ЭВМ, ВХОДЯЩИХ В КОРПОРАТИВНЫЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ СЕТИ

The paper proposes algorithm for making long-term forecasts of CPU load for computers belonging to the corporate computer networks. The algorithm is designed for use in distributed computing, but can be applied to solve other problems. The basis of the algorithm is the identification of typical CPU usage patterns, and the regularity of their alternation.

В настоящий момент наблюдается активное развитие сетей ЭВМ и повышение их пропускной способности. Это дает возможность отдельным независимым исследователям использовать распределенные вычислительные системы в локальных и корпоративных сетях ЭВМ. Такие сети обладают следующими особенностями:

- состоят из сравнительно небольшого числа ЭВМ (до нескольких сотен);
- сегменты сети могут являться как частью локальной сети, так и быть удаленными друг от друга территориально и связанными через internet-среду;
- ЭВМ, входящие в такие сети, могут существенно отличаться своими характеристиками, видом сетевого подключения и режимами использования;
- ЭВМ являются неотчуждаемыми, т.е. на них также могут выполняться задачи пользователей, имеющие более высокий приоритет.

Принципы организации распределенных вычислений для таких сетей в данный момент не проработаны достаточно глубоко.

Суть идеи распределенных вычислений в описанных сетях заключается в разбиении исходной вычислительной задачи на фрагменты, называемые подзадачами. Каждая такая подзадача состоит из набора данных и алгоритма их обработки, реализованного в виде программного модуля [1].

Все ЭВМ, доступные для проведения вычислений, поддерживают активное сетевое подключение с компьютером – координатором, и называются вычислительными элементами (ВЭ). Координатор осуществляет выделение ЭВМ для решения вычислительных задач путем передачи списка вычислительных элементов программе, осуществляющей общее управление ходом вычислений – диспетчеру вычислений. Диспетчер рассылает подзадачи на доступные ЭВМ, и затем собирает и сохраняет результаты вычислений.

Одним из важнейших аспектов организации таких вычислений является прогнозирование загрузки ЭВМ задачами пользователя на заданном временном интервале [6, 7]. Такой прогноз позволяет произвести оценку ключевых характеристик, описывающих процесс вычислений:

- оценка времени решения подзадачи на конкретном вычислительном элементе, начиная с заданного момента времени;
- оценка общего времени проведения расчетов по задаче.

Помимо прогнозирования процессорной загрузки ВЭ также существуют близкие по смыслу задачи: прогнозирование доступности и надежности вычислительных элементов на заданном интервале времени. На основе построенных прогнозов становится возможной реализация эффективных политик назначения фрагментов (подзадач) вычислительной задачи на отдельные ЭВМ, учитывающие характер использования ЭВМ.

Перед тем как перейти к описанию алгоритма построения прогнозов, рассмотрим способ представления состояния вычислительного элемента во времени.

В каждый момент времени  $t$  вычислительный элемент характеризуется вектором состояния  $V_t$ .

Вектор состояния  $V$  состоит из трех компонент:

- загрузка ВЭ задачами пользователя, описывается вещественным числом  $L$  (load),  $L \in [0,1]$ . При этом  $L=0$  означает, что ЭВМ не выполняет никаких задач пользователя, а  $L=1$  значит, что все процессорное время ЭВМ отведено под эти задачи;
- доступность ВЭ (наличие сетевого подключения к координатору), описывается вещественным числом  $A$  (availability),  $A \in [0,1]$ . Смысл значений параметра раскрыт ниже;
- загрузка ВЭ подзадачами, описывается вещественным числом  $S$  (subtask load),  $S \in [0,1]$ . При  $S=0$  ВЭ не производит расчетов по подзадачам, при  $S=1$  все процессорное время отведено решению подзадач.

Таким образом,  $V_t = \{L_t, A_t, S_t\}$ . Очевидно, что  $(L + S) \leq 1$ .

Фиксация вектора состояния производится через дискретные интервалы времени  $\Delta t$ . Состояние, когда ВЭ не функционирует (т.е. физически выключен), описывается вектором  $V = \{0,0,0\}$  и определяется как интервал, на котором сбор данных не проводился. В дальнейшем это состояние именуется сбоем ВЭ, т.к. оно приводит к потере прогресса в решении текущей подзадачи.

Состояние ВЭ в течение интервала времени  $[t_1, t_2]$  будет описываться набором пар  $(V_t, t)$ , таких, что  $t \in [t_1, t_2]$ ; Количество таких пар определяется интервалом  $\Delta t$ . Интервал  $\Delta t$  должен быть достаточно небольшим, чтобы уменьшить влияние попаданий на кратковременные "скачки" загрузки процессора, связанные с работой операционной системы и других приложений. В дальнейшем эти скачки устраняются с помощью фильтров.

Сбор данных о недоступности ВЭ выполняется путем измерения количества потерь ( $A=0$  соответствует 100% потерь,  $A=1$  – полному отсутствию потерь) при отправке пробных пакетов с ВЭ координатору и обратно (так называемый Heartbeat – сердцебиение).

Теперь мы можем сформулировать формальную постановку задач построения прогноза.

Задача *прогнозирования загрузки ВЭ* формулируется следующим образом:

Необходимо спрогнозировать загрузку ВЭ задачами пользователя на заданном интервале времени  $[t_1, t_2]$ , с шагом  $\Delta t$ , т.е. получить набор пар  $(L, t)$ . На основе этого прогноза можно будет в дальнейшем рассчитать предполагаемое время решения подзадачи на заданном интервале.

Задача *прогнозирования доступности ВЭ* формулируется следующим образом:

Необходимо оценить вероятности доступности ВЭ  $A_1$  и  $A_2$  на границах интервала времени  $[t_1, t_2]$ . Необходимым требованием является доступность ВЭ на момент начала и окончания вычислений для передачи исходных данных и результатов расчетов.

Задача *прогнозирования надежности ВЭ* формулируется следующим образом:

Необходимо оценить вероятность сбоя ВЭ  $E$  на интервале времени  $[t_1, t_2]$ . При этом верхняя граница  $t_2$  определяется в ходе оценки времени решения, т.е. фактически прогнозирование доступности и загрузки ВЭ осуществляется одновременно с оценкой времени решения подзадачи. Это обусловлено тем, что сама загрузка  $L$  влияет на время решения подзадачи.

В данной работе рассматривается алгоритм, позволяющий строить долгосрочные прогнозы загрузки ЭВМ задачами её владельца. Решение задач прогнозирования доступности и оценки вероятности сбоя оставлены за рамками работы, так как они основаны на широко известных подходах (см. например [3]).

Под долгосрочным прогнозом понимается оценка значений загрузки ЭВМ в дискретные моменты времени на интервале от нескольких часов до нескольких суток. Разработка алгоритма была мотивирована тем, что обычные виды прогнозирования, в том числе

на основе рядов Фурье [2], при построении долгосрочных прогнозов дают большую ошибку и требуют ресурсоемких расчетов.

В основе алгоритма лежит обнаруженная авторами в ходе исследования выраженная суточная периодичность изменений загрузки ВЭ. При этом можно выделить несколько типовых циклов, в дальнейшем называемых паттернами загрузки, и рассматривать непрерывный временной ряд значений загрузки ЭВМ  $L_t$  как последовательность этих паттернов. Набор паттернов будет меняться в зависимости от конкретного предназначения ЭВМ. Другим базовым фактом, лежащим в основе алгоритма, является наличие статистических закономерностей в цепочке паттернов.

Цикличность может быть вызвана различными причинами, однако в большинстве изученных случаев она привязана к 24-часовым периодам. Для случаев, когда выраженной цикличности не наблюдается, необходимо использовать другие методы прогнозирования.

Поясним вышесказанное на примере. Для ЭВМ, применяемой в домашних условиях, можно выделить несколько паттернов загрузки, условно соответствующих дням недели: будний день, пятница, суббота, воскресенье. Эти паттерны представлены на рисунке 1. Изображение А соответствует будним дням, В – концу рабочей недели, С – выходным дням. Как можно заметить, будние дни характеризуются практически полным отсутствием загрузки в дневное время и сравнительно невысокой загрузкой в вечернее время. Пятница отличается высокой степенью загрузки, начиная с раннего вечера, и до ночи субботы. Выходные дни характеризуются средней загрузкой днем и высокой – вечером.

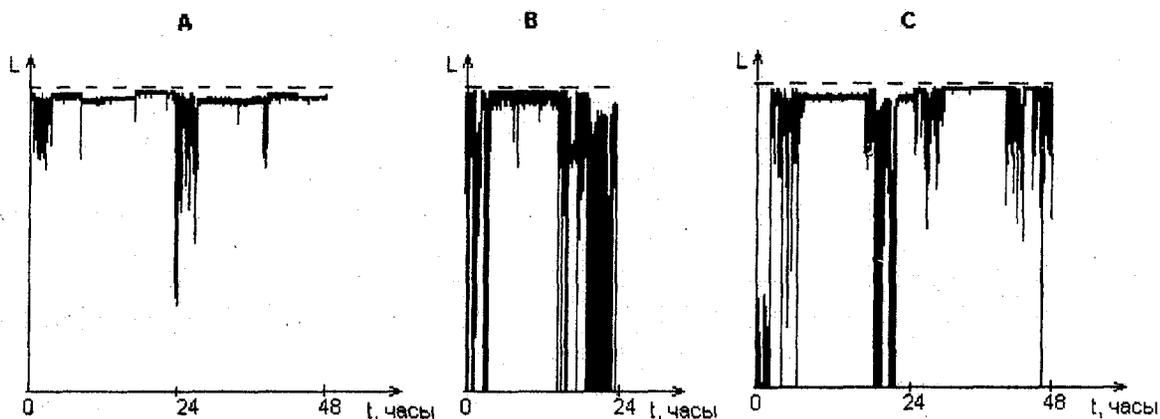


Рисунок 1 – Паттерны загрузки типового домашнего компьютера

Наличие статистических закономерностей в цепочке паттернов обуславливается сменой дней недели.

Алгоритм прогнозирования состоит из следующих шагов:

- получение статистических данных из файла;
- фильтрация данных методом скользящего среднего;
- поиск наилучшего разбиения на суточные периоды;
- разбиение данных на суточные периодограммы;
- вычисление корреляции периодов методом квадратичного отклонения;
- построение кластеров;
- получение суточных паттернов путем усреднения значений загрузки суточных периодов, входящих в соответствующий паттерну кластер;
- сопоставление паттернам символьных имен;
- кодирование начального набора данных в последовательность символов;
- генерация таблиц для построения цепей Маркова;

- составление прогноза в виде последовательности символов;
- декодирование сгенерированной последовательности с помощью паттернов;
- вычисление запрошенных оценок.

Рассмотрим части алгоритма и их реализацию подробнее.

Получение статистических данных из хранилища подразумевает получение сохраненной ранее последовательности значений  $V_t$ . В данном алгоритме используется только компонента  $L$  вектора, которая будет обозначаться  $L_t$ . Для анализа может быть выбрана только часть данных. Обозначим количество полных суток в выбранном диапазоне как  $D$ .

Фильтрация значений загрузки производится с помощью фильтра скользящего среднего [5], окно усреднения выбрано равным 15 минутам.

Затем осуществляется поиск наилучшего начального сдвига, начиная с которого производится разбиение исходных данных на суточные периодограммы. Под наилучшим начальным сдвигом понимается такой сдвиг, при котором суммарное значение загрузки в моменты времени, разделяющие суточные периоды, будет минимальным, т.е.

$$\sum_{d=0}^D DL_{T+kd} \rightarrow \min ,$$

где  $k$  соответствует количеству измерений за 24 часа. Иными словами, мы стремимся подобрать точку разбиения так, чтобы она попадала на моменты продолжительного отсутствия загрузки.

После получения  $T$  производится разбиение исходной периодограммы на  $D$  отдельных суточных периодограмм  $DL_d$ .

Следующим этапом вычисляется корреляция всех полученных периодограмм между собой. Строго говоря, вычисляется не корреляция, как таковая, а некоторая функция расстояния между периодограммами. Всего таких расстояний будет  $D(D-1)/2$ . Расстояние между парой периодограмм  $DL^i$  и  $DL^j$  вычисляется по формуле:

$$dist_{i,j} = \sum_{m=0}^k (DL_m^i - DL_m^j)^2 .$$

После этого осуществляется кластеризация, то есть разбиение исходного множества периодограмм на несколько непересекающихся множеств, объединяющих схожие периодограммы. Каждому найденному кластеру присваивается символьное имя. Обозначим количество выделенных кластеров, как  $C$ , длину  $i$ -того кластера, как  $s_i$ , а множество входящих в него периодограмм, как  $P(c_i)$ , где  $i \in [0, C]$ .

Далее, для каждого кластера составляется паттерн суточной загрузки. Для этого вычисляется усредненная периодограмма, каждый элемент которой является средним значением между соответствующими элементами всех периодограмм, входящих в данный кластер:

$$pl_{i,t} = \frac{1}{s_i} \sum_{j \in P(c_i)} l_{i,t}^j ,$$

где  $l_{i,t}^j$  – элемент, соответствующий времени  $t$   $j$ -ой периодограммы, входящей в кластер  $c_i$ .

После этого происходит кодирование начального набора данных. В процессе кодирования составляется цепочка символов  $L'$ , каждый из которых соответствует кластеру, к которому был отнесен данный суточный период:

$$L'_d = i : DL^d \in P(c_i)$$

На основе полученной цепочки составляется таблица вероятностей перехода из некоторого заданного состояния системы в другие [4]. Состояние системы определяется, как последовательность из символов, соответствующих состоянию, в котором находится система в данный момент, и нескольких предыдущих состояний. В данный момент длина по-

следовательности SL составляет 4 элемента, то есть, используется таблица вероятностей переходов 4-го порядка. Вероятности вычисляются путем подсчета количества переходов из текущего состояния в каждое возможное новое с последующим переходом от статистических вероятностей к математическим (нормализацией).

Построение прогноза осуществляется следующим образом:

- выбирается участок периодограммы, включающий в себя SL полных суток и интервал с окончания последнего суточного периода до текущего момента;
- последовательность из целых суточных периодограмм кодируется путем поиска наиболее близкого паттерна для каждого периода;
- для текущего суточного периода составляется прогноз на основе цепей Маркова и вычисляется значение функции расстояния между текущим периодом и спрогнозированным шаблоном;
- для текущего периода ищется наиболее близкий паттерн и вычисляется значение функции расстояния;
- из двух получечных таким образом символов выбирается тот, отклонение от которого наименьшее, и подставляется в цепочку;
- цепочка дополняется на заданное количество периодов;
- сгенерированная последовательность символов декодируется на основе паттернов;
- вычисляется требуемая оценка.

Имеется также возможность с помощью таблиц для построения цепей Маркова учитывать вероятность перехода в каждое из состояний в течение следующего периода и тем самым определять несколько вариантов профилей загрузки и соответствующих им вероятностей. То есть, строятся все возможные варианты последовательностей паттернов на заданный период с вычислением соответствующих вероятностей.

Однако, по причине резкого роста числа комбинаций при увеличении количества периодов прогнозирования, этот способ применим только для сравнительно коротких интервалов, 2-4 периода, в зависимости от количества найденных при кластеризации паттернов и численных значений вероятностей перехода в различные состояния. Тем не менее, длительность данного интервала достаточна для большинства решаемых задач.

Описанный алгоритм реализован в виде программы-агента, устанавливаемой на вычислительные элементы. Помимо задачи построения прогноза, программа осуществляет периодическое измерение параметров, характеризующих состояние вычислительного элемента, предварительную обработку и хранение этих данных. Также программа предоставляет доступ к службе, осуществляющей решение подзадач.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Эндрюс, Г. Основы многопоточного, параллельного и распределенного программирования [Текст]: [пер. с англ.] / Грегори Эндрюс. - М.: Издат.дом "Вильямс", 2003. – 512 с.
2. Бриллинджер, Д. Временные ряды. Обработка данных и теория [Текст] / Давид Р. Бриллинджер. – М.: Мир, 1980. – 536 с.
3. Кругликос, В.К. Вероятностный машинный эксперимент в приборостроении [Текст] / В. К. Кругликос. - Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1985. - 247 с, ил.
4. Саульев, В.К. Математические модели теории массового обслуживания [Текст] / В.К. Саульев. - М.: Статистика, 1979. - 96 с, ил.
5. Тюрин, Ю.Н. Анализ данных на компьютере [Текст] / Ю.Н. Тюрин, А.А. Макаров. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.:ИНФРА-М, 2003. – 544 с.

6. Smith, W. Using run-time predictions to estimate queue wait times and improve scheduler performance [Text] / W. Smith, V. Taylor, I. Foster //Proceedings of the IPPS/SPDI '99 Workshop on Job Scheduling Strategies for Parallel Processing. - Springer Verlag, 1999.

7. Yang, L., Foster, I. and Schopf, J.M., Homeostatic and Tendency-based CPU Load Predictions [Text] / International Parallel and Distributed Processing Symposium, 2003.

**Халимон Виктория Ивановна**

Профессор кафедры систем автоматизированного проектирования и управления, д.т.н.  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт, г. Санкт-Петербург.  
Тел.: + 7(812) 495-75-47  
E-mail: vih123@newmail.ru

**Смирнов Александр Владимирович**

Аспирант кафедры систем автоматизированного проектирования и управления.  
Санкт-Петербургский государственный технологический институт, г. Санкт-Петербург.  
Тел.: + 7(921) 312-06-49  
E-mail: inckie@bk.ru

УДК 303.732.4

ЦИПОРИН П.И., КАРМИНСКАЯ Т.Д.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ АДМИНИСТРАТИВНЫХ РЕГЛАМЕНТОВ ДЛЯ ЭФФЕКТИВНОГО ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ В ЮГРЕ

In this article we review questions of an information-methodical supply of a control system by quality of education in Khanty-Mansiysk autonomous region - Yugra. The logical and technical IT-infrastructure of a control system in education sphere is presented. Also, mechanisms and basic principles of adaptation of electronic administrative rules to a education quality control system of Khanty-Mansiysk autonomous region - Yugra are described.

### ВВЕДЕНИЕ

Система образования в современных условиях представляет собой сложный, комплексный и многоцелевой объект. Эффективность управления такими объектами во многом зависит от согласованности и адекватности выполнения управленческих функций. Учитывая многоплановость, объем и сложность взаимосвязей информационных объектов, одновременно вовлекаемых в процесс управления, необходимым условием эффективной работы системы становится создание и внедрение электронных регламентов, построенных на основе применения передовых информационных технологий, принципов менеджмента качества, методов и средств стандартизации [1].

Цель настоящей работы – совершенствование и обеспечение эффективности системы управления качеством образования путем создания и разработки механизмов адаптации электронных административных регламентов (ЭАР) к системе управления образованием Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Продолжительное время система высшего образования РФ в части структуры и содержания подготовки специалистов не имела четко выраженной ориентации на потребности экономики и рынка труда. Современная модель профессионального образования ориентирована на компетентностный подход и предполагает самое активное участие промышленников и предпринимателей в формировании основных образовательных программ. Для реализации этого взаимодействия 25 июня 2007 года было подписано Соглашение о взаимодействии между Министерством образования и науки РФ и Российским союзом промышленников и предпринимателей. Таким образом, стала возможной интеграция интересов конечных потребителей (работодателей) в систему высшего образования. Предметом настоящего соглашения является взаимодействие сторон в области развития образования и повышения качества трудовых ресурсов в пределах компетенции каждой из сторон по следующим направлениям [4]:

- создание и развитие национальной системы квалификаций, профессиональных стандартов и государственных образовательных стандартов профессионального образования, отвечающих задачам развития российской экономики и общественным потребностям;
- создание системы независимой оценки качества образования и сертификации квалификаций;
- содействие развитию современных инновационных профессиональных образовательных программ.

Для реализации этих стратегических ориентиров развития современной системы управления образованием в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре и других субъектах Российской Федерации необходимо планомерно начинать модернизацию системы управления качеством образования, с обязательной проработкой нормативно-правовых вопросов.

Создание эффективной системы управления качеством образования возможно только при построении системы с проработкой вопросов ее информационного и организационно-технологического обеспечения. Такой подход к построению системы позволит органам власти, курирующим структуры образования, получать общую информационно-аналитическую базу по статистике и прогнозированию для принятия соответствующих управленческих решений.

### ЛОГИЧЕСКАЯ И ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФРАСТРУКТУРА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ОБРАЗОВАНИЯ В ЮГРЕ

Информационное обеспечение системы управления качеством подготовки специалистов необходимо реализовать в среде интегрированной структуры, с учетом имеющейся региональной информационно-управленческой системы поддержки и принятия инновационных управленческих решений, распределенной региональной образовательной среды, других информационных ресурсов (www.admhmao.ru, www.eduhmao.ru и пр.). Для этого необходимо разработать ИТ-архитектуру, которая включает как логические, так и технические компоненты. Логическая архитектура представляет высокоуровневое описание системы, ее функциональных и информационных требований, системных компонентов и информационных потоков между этими компонентами. На этом уровне также определяется место и содержание электронных регламентов.

В первом приближении логическую архитектуру можно представить, как взаимодействие 4-х уровней (рисунок 1).



Рисунок 1 - Логическая архитектура системы управления качеством образования автономного округа с точки зрения её информационного обеспечения

Техническая архитектура определяет конкретные стандарты и правила, которые используются для реализации логической архитектуры. На рисунке 2 представлена структурная схема окружной образовательной Интранет-сети (Intranet), включая аппаратно-программный комплекс образовательного информационного портала ([www.eduhmao.ru](http://www.eduhmao.ru)). Портал представляет собой мультипортальное решение, где концентрируется интегрированная информация, представляющая социальный кластер региона (образование, культура, молодежь, народы Севера, библиотечное дело, спортивная жизнь) [2, 3].

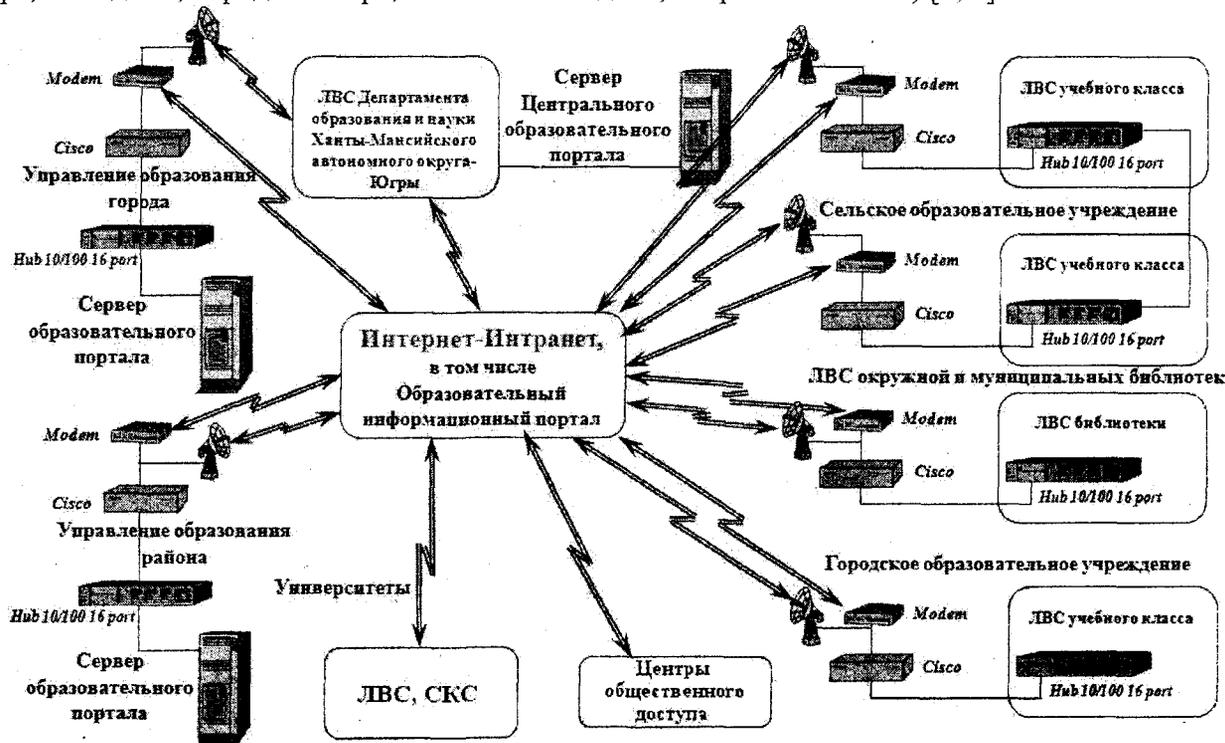


Рисунок 2 - Структурная схема окружной образовательной Интранет-сети

### Механизмы адаптации электронных административных регламентов к системе управления качеством образованием Ханты-Мансийского автономного округа – Югры

Подходы к архитектуре систем, реализующих административные регламенты, и выбранные технологические решения должны быть открытыми и гибкими, чтобы обеспечить их многократное использование и интеграцию с различными системами.

Одним из центральных принципов реализации ЭАР должна быть федеративная или централизованно-децентрализованная модель [5].

Модель предполагает децентрализованную реализацию ЭАР структурами образования при централизованной разработке методик описания, анализа и оптимизации административных регламентов и процессов и при централизованном создании базовых технологических компонентов и систем, обеспечивающих общие, повторяющиеся для большинства учреждений функции исполнения административных регламентов. Децентрализация заключается в том, что ответственность за создание и эксплуатацию соответствующих систем будут нести непосредственно структуры управления образованием автономного округа. При этом координация и интеграция этих процессов обеспечивается через механизмы разработки единых архитектурных принципов, единых методик описания административных регламентов и процессов, единых стандартов на используемые схемы данных.

Существующие промышленно разработанные, проверенные прикладные системы общегосударственного и регионального уровней должны максимально использоваться при выполнении регламентированных действий в электронной среде взаимодействия системы

управления качеством образования автономного округа. В случае инвестирования средств в современные информационно-коммуникационные технологии и системы одним из определяющих факторов при принятии решения должна являться возможность их интеграции с другими системами (интероперабельность), обеспечивающими качественную реализацию административных процессов.

Для достижения интеграции систем реализации электронных административных регламентов на федеральном уровне и на различных уровнях управления образованием средством координации участников системы могут быть:

- согласованная единая технологическая архитектура;
- общие методики, в том числе нормативно-правовые;
- общие форматы, схемы и протоколы данных.

Двумя «крайними точками» этой архитектуры являются интерфейсы взаимодействия через множественные каналы доступа, с одной стороны, и обеспечивающие эти взаимодействия регламенты и процессы, с другой.

На рисунке 3 изображена схема взаимодействия участников системы управления качеством образования.

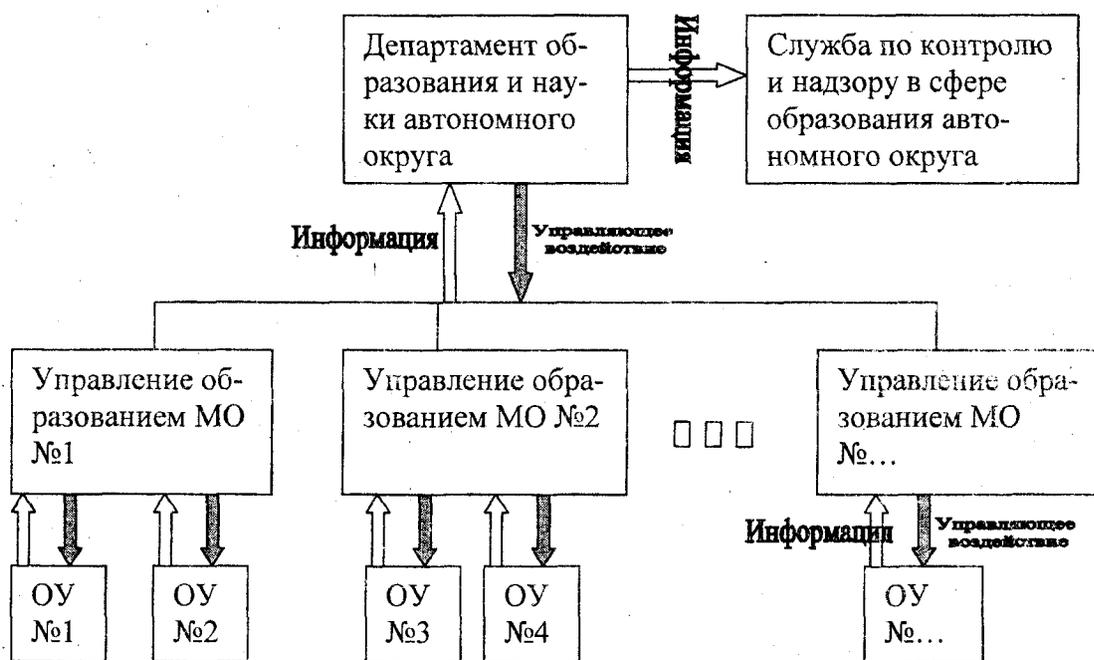


Рисунок 3 – Схема взаимодействия участников системы управления качеством образования

При создании электронного регламента как неотъемлемой части системы управления качеством образования должны быть в приоритетном порядке решены следующие вопросы [1]:

- формирование, ведение и применение моделей целевой деятельности и причинно-следственных отношений в деятельности образовательных учреждений;
- проектирование в соответствии с моделями схем управления и связанной с ними необходимой и согласованной системы событий и объектов;
- проектирование организационной и технологической сред исполнения рабочих процессов и сценариев их функционирования;
- формализация и передача заинтересованным лицам данных о рабочих процессах по принципу "точно по адресу, в требуемом виде и точно в срок" (в том числе данных о рабочих процессах, выполняемых однократно);

- сбор, накопление, анализ и применение данных и документов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное исследование показало, что для построения эффективной современной системы управления качеством необходима разработка электронных административных регламентов, адаптированных к системе образования. Электронные регламенты должны быть интегрированы в единую среду информационного взаимодействия с целью решения задач по эффективному информационному и организационному обеспечению системы управления качеством образования в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре.

Выявлены основополагающие принципы адаптации электронных административных регламентов к системе управления качеством образования в Ханты-Мансийском автономном округе – Югре:

- процессы реализации электронных административных регламентов необходимо рассматривать в контексте всей системы образования в целом;
- практическая реализация идеи «электронных административных регламентов» должна обеспечить полномасштабное планирование работы, увязать задачи и функции с ресурсами, наладить систему контроля исполнения решений на объективной (формализованной) основе, создать основу для объективной оценки качества образования;
- адаптация электронных административных регламентов к системе управления качеством образования должна использовать федеративные, централизованно-децентрализованные методы создания архитектуры и реализации соответствующих систем.

## ЛИТЕРАТУРА

1. ГОСТ Р 52294-2004. Информационная технология. Управление организацией. Электронный регламент административной и служебной деятельности. Основные положения [Текст]. - Введ. 01.07.2005. - М. : Изд-во стандартов, 2001 – 31 с.
2. Об образовательном информационном портале Ханты-Мансийского автономного округа [Текст] / Постановление Правительства Ханты-Мансийского автономного округа; Югры от 12 февраля 2004 года №72-п (с изменениями от 15.03.2007).
3. О создании образовательной информационной сети Ханты-Мансийского автономного округа [Текст] / Распоряжение Правительства Ханты-Мансийского автономного округа; Югры от 10 октября 2001 года №574-рп.
4. Соглашение о взаимодействии между Министерством образования и науки РФ и Российским союзом промышленников и предпринимателей от 25.06.2007г [Электронный ресурс] / <http://www.rspp.ru/Default.aspx?CatalogId=2106>.
5. Экспертная группа «Автоматизация и внедрение электронных административных регламентов». Предложения по направлениям работ над электронными административными регламентами на федеральном уровне в Российской Федерации и обзор международного опыта реализации электронных административных регламентов в органах исполнительной власти [Электронный ресурс] / <http://www.e-rus.ru/site.shtml?id=82>.

**Ципорин Павел Игоревич**

Аспирант кафедры высшей математики

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Тел.: +7 (346-71) 92-506

E-mail: CiporinPI@admhmao.ru

**Карминская Татьяна Дмитриевна**

Проректор по УЧ ЮГУ, к.т.н., доцент

Югорский государственный университет, г. Ханты-Мансийск

Тел.: +7 (346-71) 34-116

E-mail: ktd@mail.ru

Ответственный за выпуск  
Митин А.А.

**Известия ОрелГТУ.**

**Серия «Фундаментальные и прикладные проблемы техники и технологии:  
информационные системы и технологии. – 2008. – №1-4/269(544). – 290 с.**

Лицензия № ИД 00670 от 05.01.2000

Подписано в печать:

Формат 96×90/8.

Бумага офсетная.

Печать ризография.

Гарнитура «Таймс».

Усл.печ.л.

Тираж 100 экз.

Заказ № 82

Отпечатано с готового оригинал-  
макета в типографии ОрелГТУ,  
302030, г.Орел, ул. Московская, 65.