

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ПОВОЛЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СЕРВИСА»
(ФГБОУ ВО «ПВГУС»)



**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.
РАДИОЭЛЕКТРОНИКА.
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ (ITRT-2016)**

**VI международная заочная
научно-техническая конференция**

Сборник статей

Май 2016 года

Тольятти 2016

УДК 004:621.396.6;621.397

ББК 32.81;32;32.973.292

И 74

Председатель редакционной коллегии
ректор ПВГУС, д-р экон. наук, проф. **Л. И. Ерохина**

Зам. председателя редакционной коллегии
декан факультета информационно-технического сервиса ПВГУС,
д-р техн. наук, проф. **В. В. Иванов**

Члены редакционной коллегии:

проректор по информационным технологиям Финансово-технологической академии
(г. Королёв, Московская обл.), д-р техн. наук, проф. **В. М. Артюшенко**

проректор по учебной работе Гродненского государственного университета им.

Янки Купалы (Беларусь), д-р техн. наук, проф. **В. Г. Барсуков**

декан факультета компьютерных технологий и управления, зав. кафедрой «Системы
управления и информатика» Санкт-Петербургского государственного университета
информационных технологий, механики и оптики, д-р техн. наук, проф. **А. А. Бобцов**

проректор по научно-исследовательской работе и инновационной деятельности

Донского государственного технического университета (г. Ростов-на-Дону),

д-р техн. наук, проф. **И. В. Богуславский**

зав. кафедрой «Информационный и электронный сервис» ПВГУС,

д-р. техн. наук, доц. **В. И. Воловач**

декан факультета базового телекоммуникационного образования Поволжского гос-
ударственного университета телекоммуникаций и информатики (г. Самара), д-р физ.-
мат. наук, проф. **А. Г. Глуценко**

декан факультета химической техники и кибернетики, зав. кафедрой «Техническая
кибернетика и автоматика» Ивановского государственного химико-

технологического университета, д-р техн. наук, проф. **А. Н. Лабутин**

проректор по учебной и научно-педагогической работе Одесского национального

политехнического университета (Украина), д-р техн. наук, проф. **С. А. Нестеренко**

заместитель директора по научно-исследовательской работе Института сферы об-
служивания и предпринимательства (филиала) Донского государственного техническо-
го университета, заведующий кафедрой «Информационные системы и радиотехника» (г.

Шахты, Ростовская обл.), д-р техн. наук, проф. **Н. Н. Прокопенко**

директор филиала Федерального государственного унитарного предприятия «Самарское
отделение научно-исследовательского института радио»,

канд. техн. наук, доц. **М. Ю. Сподобаев**

Научный секретарь

Ст. преподаватель кафедры «Информационный и электронный сервис» ПВГУС

Анфалов К. В.

**Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-
И 74 2016)** : сб. статей VI международной заочной научно-технической конференции. Ч.2 /
Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2016. – 346 с.

ISBN 978-5-9581-0361-4

ISBN 978-5-9581-0353-8

УДК 004;621.396.6;621.397

ББК 32.81;32;32.973.292

Сборник включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Доступ на электронную версию сборника – www.elibrary.ru

© Поволжский государственный
университет сервиса, 2016

СОДЕРЖАНИЕ

Кучеров Б.А. Прогнозирование загруженности органа планирования для оценки эффективности его информатизации	7
Кылышбек К.А., Наурыз К. Ж. Вопросы модернизации зоновой телекоммуникационной сети	14
Лагунков О.А., Шишкин В.В. Рассмотрения и анализы исходного кода авиационных систем высокого уровня критичности.....	17
О.С. Левина, В.В. Воронин, М.М. Письменскова, Н.В. Гапон, А.В. Куркина Анализ основных этапов метода реконструкции трёхмерных моделей поверхностей объектов	22
Леонова Э.В., Пучков А.Ю. Оценка надежности программного обеспечения с помощью применения информационных технологий	29
Лехмус М.Ю. Информационные ресурс web-квеста	34
Лиманова Н.И., Потемкина С.Н., Сизова Ю.В. Виртуальный лабораторный практикум на основе метода имитационного моделирования для дистанционного обучения студентов... 38	
Логачева Н.В., Каракозов А.В. Анализ задач решаемых центром управления полетов космическими летательными аппаратами	44
Ляшов М.В., Алексеенко Ю.В., Авдеева Т.Г., Бабаев А. М. Применение grid-технологии для работы с big data.....	48
Мартынов В.В., Филосова Е.И., Плотникова В.К. Автоматизация формирования динамических планов обучения по фгос 3+ на основе требований работодателя	54
Мартышкин А.И. Математическое моделирование подсистемы памяти мультипроцессоров с буферным устройством с распределенными очередями на основе открытых сетей массового обслуживания.....	61
Мартышкин А.И., Карасева Е.А. Исследование математических моделей для анализа многопроцессорных систем с архитектурами памяти nima и soma.....	66
Мартышкин А.И., Мартенс-Атюшев Д.С. Математическое моделирование подсистемы памяти мультипроцессоров с буферным устройством с единой очередью на основе открытых сетей массового обслуживания	71
Москаленко А.А. Подсчёт единичных бит на языке Function Block Diagram для программируемых логических контроллеров	76

Напольский В. П., Напольская Г.Ю.

Улучшение точностных характеристик пилотажно-навигационного комплекса методом адаптивной фильтрации с обратной связью по обновляемой последовательности..... 80

Науменко В.В., Матальцкий М.А.

О моделировании поведения вирусов со случайной задержкой в информационных системах и сетях в переходном режиме..... 84

Нгуен М.Т.

Угрозы безопасности информации при использовании облачных технологий..... 89

Николаенко О.С., Язловецкий Я.С., Николаенко В.Л.

Пути уменьшения неопределенностей измерений оборудования электросвязи для распределений наблюдаемых величин, отличных от гауссовского закона..... 94

Новикова С.С., Зыкова И.О., Лебедева М.Ю.

Анализ рынка программных продуктов для автоматизации инвестиционной деятельности..... 102

D.Nurjabova

Regulation of electronic records administrative data of electron government ... 106

D.Nurjabova

E-government услуги: условия факторы, организационные решения..... 113

Овсеян Е.В., Медведев Д.В.

Постановка задачи распределенного управления в телекоммуникационных сетях 120

Оразтаева М.А.

Проектирование беспроводной сенсорной сети на протоколе zigbee 129

Осинов О.В., Ключев Д.С., Почепцов А.О., Резепова Е.С.

Анализ характеристик метаматериалов на основе одиночных и скрещенных тонкопроволочных спиральных элементов 136

Павлов П.В., Попов Ф.Н.

Программный модуль неразрушающего контроля внутренней структуры полупрозрачных материалов 143

Письменскова М.М., Воронин В.В., Гапон Н.В., Левина О.С.

Анализ методов распознавания действий человека на основе потока глубинной информации..... 148

Плёткин А.П., Рудинский Е.А.

Тенденции развития систем квантового распределения ключа 154

Пливак С.А., Шумилин А.С.

Аспекты реализации технологии vlc для использования в защищенных корпоративных сетях..... 159

Попов А.А., Яблокова М.М.

Оптимизация структуры компьютерной сети средствами имитационного моделирования в среде anylogic 163

Попов С. А., Клыков Н. Н.

Планирование эксперимента для повышения точности оценивания параметров многооткликовых моделей 171

Пчельник В.К.	
Об одном способе сортировки в электронных таблицах ms excel.....	176
Редькин Ю. В., Бузенков И.И., Чернышева Е.М.	
Технологии повышения достоверности передачи по промышленным беспроводным сетям.....	179
Седова Н.А., Седов В.А.	
Система поддержки принятия решений для определения безопасной скорости судна.....	184
Седов В.А., Седова Н.А.	
Моделирование расхождения морских судов нейро-нечёткими сетями методом субкластеризации.....	190
Седов В.А., Седова Н.А.	
Использование языка function block diagram для реализации треугольных функций принадлежности.....	194
Седова Н.А., Седов В.А.	
Использование теории нечетких множеств для оценки участника программы «у.м.н.и.к.».....	197
Серебряков А.И., Пахомов И.В., Бугакова А.В., Игнашин А.А.	
Радиационно-стойкий Двухкаскадный мультидифференциальный операционный усилитель с повышенным усилением на основе базового матричного кристалла абмк_1_4.....	202
Сидорычев А.И.	
Методы и средства модификации проектных решений для выработки конкурентных преимуществ.....	209
Сиротский А.А.	
Исследование угроз и организация менеджмента информационной безопасности в финансово-кредитных организациях.....	213
Скобелева С.Н., Козырин А.И., Шевченко В.Н.	
Устройство для преобразования электрического сигнала в акустический для сварки термопластов.....	222
Стрелалюк Ю.В., Маржина Р.А.	
Анализ схем подключения беспроводных сетей передачи данных.....	236
Строганова С.М., Карпова Н.М., Галкин С.Ю.	
Анализ параметров качества предоставляемых услуг атм-сетью.....	240
Татаринев А.И.	
Анализ структуры мобильных измерительных пунктов ракетно-космической техники.....	246
Теодорович Н.Н., Галкин С.Ю., Карпова Н.М.	
Анализ качества предоставляемых услуг в телекоммуникационных сетях использующих атм - технологию.....	252
Тулякова А.З., Фандрова Л.П.	
Инноватика и информатика в медицине и биологии.....	258
Фандрова Л.П., Алекторов А.К.	
Использование корпоративных информационных технологий в инновационной деятельности.....	263

Фандрова Л.П., Кириллова Д.Д.	
Анализ возможностей сервиса mirapolisvirtualroom	269
Филатов П.Е.	
Повышение эффективности энергодефицитных многоканальных систем передачи информации на основе координированного преобразования сигналов.....	274
Холопов И.С.	
Исследование погрешности измерения угловых и декартовых координат объекта со светодиодами излучателями при различных конфигурациях реперных кластеров	279
Хорев П.Б.	
Новые российские стандарты симметричного шифрования и вопросы их реализации.....	285
Цой С.	
Разработка программного модуля для построения переходных процессов в системах управления	291
Шакурский В.К., Шакурский М.В.	
Трёхканальная стеганографическая система с взаимным зашумлением каналов.....	295
Шалина О.Н.	
Некоторые аспекты разработки электронных образовательных ресурсов ..	302
Шалина О.Н., Фролова М.А.	
Особенности разработки визуальных приложений в интегрированной среде разработки microsoft visual studio.....	307
Шамсутдинова Т.М.	
Кластерный анализ в задачах оценки знаний студентов	314
Шантуров Е.М.	
Способы повышения эффективности передачи данных в беспроводных сетях	319
Шевченко Е.П., Олифер С.С.	
Влияние импульсных помех на электронное оборудование кабельных сетей.....	324
Шишкина А.Ф.	
К вопросу о влиянии интерференционных эффектов на устойчивость электроакустической системы	329
Яницкая Т.С., Ионов А.С.	
Разработка мобильных приложений для просмотра расписания занятий фгбоу впо пвгус.....	334
Яницкая Т.С., Ставинский Д.А.	
Разработка программного продукта для поддержки создания учебно-методического комплекса	342

УДК 629.78, 629.7.08

Б.А. Кучеров*

**Кучеров Борис Алексеевич, аспирант*

Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.

boris.ku4erov@gmail.com

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЗАГРУЖЕННОСТИ ОРГАНА ПЛАНИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЕГО ИНФОРМАТИЗАЦИИ

Ключевые слова: орган планирования, показатели эффективности, космический аппарат, конфликтная ситуация, загруженность, средства управления.

Рассмотрены вопросы, связанные с использованием результатов прогнозирования загруженности органа планирования для оценки эффективности его информатизации. Предложены показатели эффективности информатизации органа планирования. Выявлены факторы, оказывающие наиболее существенное влияние на загруженность органа планирования. Предложена модель для прогнозирования загруженности органа планирования, дано краткое её описание. Представлены результаты проведенной серии модельных экспериментов, некоторые полученные числовые вероятностные характеристики загруженности органа планирования и предварительная оценка эффективности его информатизации.

В условиях бурного наращивания группировки космических аппаратов (КА), обеспечивающих решение широкого спектра научных, экономических и других задач различного назначения, использования малопунктной технологии их управления, особое значение приобретает заблаговременное прогнозирование ситуации, оценка загруженности органов управления и особенно показателей эффективности их информатизации. К одним из основных органов управления относится орган планирования, осуществляющий распределение средств управления (PCY) космическими аппаратами, являющихся средствами коллективного использования [1-7].

Оценка эффективности информатизации органа планирования может осуществляться с помощью таких показателей, как:

- повышение оперативности распределения средств управления КА (как данной задачи в целом, так и её подзадач);
- экономия труда при PCY КА;
- соответствие оперативности PCY КА предъявляемым требованиям (как данной задачи в целом, так и её подзадач);
- качество составляемых планов.

Заметим, что первые три показателя эффективности являются количественными, в то время как четвертый – качественным. При этом указанные

количественные показатели неразрывно связаны с загруженностью органа планирования.

Загруженность органа планирования, в свою очередь, во многом зависит от числа конфликтных ситуаций (КС), возникающих при РСУ КА. Заметим, что в данном случае, под конфликтной ситуацией (КС) понимается противоречие между заявкой и существующими ресурсными ограничениями [8-11].

Основными факторами, влияющими на число КС при РСУ КА, являются количество и характеристики заявок на использование средств, а также состав и состояние наземного комплекса управления (НКУ) КА. При этом число и характеристики заявок зависят от состава и состояния группировки КА, а также технологических циклов управления КА.

Таким образом, к основным факторам, влияющим на число КС при РСУ КА и, как следствие, на загруженность органа планирования, можно отнести: состав и состояние группировки КА (в том числе количество КА, состояние КА, параметры орбиты КА); состав и состояния НКУ КА (в том числе количество средств управления, их расположение и состояние, качество их работы, плановые эксплуатационные мероприятия); технологические циклы управления (ТЦУ) КА.

Прогнозирование загруженности органа планирования может быть выполнено путем оценки количества КС при изменении указанных факторов с помощью серии модельных экспериментов. При этом каждая такая серия может заключаться в выявлении зависимости отдельного показателя от определенных факторов (например, числа КС от количества КА).

Для решения поставленной задачи была предложена модель, структура которой представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структура разработанной модели прогнозирования загруженности органа планирования

Данная модель была реализована в среде MatLAB. Заметим, что для сокращения времени расчётов некоторые операции были реализованы с использованием технологий многопоточного программирования. Например, в нескольких потоках осуществляется формирование заявок на использование средств управления КА.

Расчёт ЗРВ КА средствами управления был реализован с помощью низкоуровневой библиотеки для баллистических расчётов движения КА Orekit, имеющей открытый исходный код. Данная библиотека использовалась в Европейском космическом агентстве при запуске корабля ATV (Automated Transfer Vehicle – беспилотный грузовой европейский космический корабль) к международной космической станции [12, 13].

В настоящее время расчёт ЗРВ реализован по исходным данным в формате TLE (Two-line element set), который представляет собой двухстрочные наборы усреднённых кеплеровых орбитальных элементов, генерируемых службой NORAD (North American Aerospace Defense Command) и свободно распространяемые в сети Интернет [12, 14, 15].

В перспективе планируется усовершенствовать модель, добавив туда возможность расчёта ЗРВ по другим исходным данным (в частности, по кеплеровым параметрам орбиты).

Исходные данные для моделирования гипотетической группировки могут быть получены путём подбора, по различным критериям, КА находящихся на орбите, начальные условия движения которых размещены в каталоге NORAD [16].

Моделирование формирования заявок на использование средств управления КА может осуществляться с использованием случайной выборки n -го числа ЗРВ в сутки из m -го числа наиболее предпочтительных ЗРВ. Например, выборка 3-х из 10-ти ЗРВ, имеющих наибольшую длительность [4, 17].

В дальнейшем модель может быть усовершенствована за счёт использования более сложных подходов к выбору ЗРВ для проведения сеансов (например, основываясь на данных технологических циклов управления КА). Одним из возможных вариантов является использование простой модели технологического цикла управления КА, описывающей ТЦУ как повторяющийся набор операций, выполняемых при проведении сеансов связи. Длительность ТЦУ может составлять один или несколько дней (в отдельных случаях – до одного месяца). Для каждого дня ТЦУ задаются суточные номера витков (или их диапазоны) для проведения сеансов связи с КА. Таким образом, заявка может формироваться на основе ЗРВ с учётом суточных номеров витков для проведения сеансов связи, заданных в ТЦУ.

Заметим, что формируемые заявки на использование средств управления включают время подготовки к проведению сеанса связи (обычно 15 минут).

С использованием разработанной модели была проведена серия из 100 модельных экспериментов. На двухнедельном интервале были рассчитаны ЗРВ 140 космических аппаратов, находящихся на низких эллиптических орбитах, 4 наземными пунктами, на каждом из которых расположено по 3 средства управления. Начальные условия движения КА в формате TLE были выбраны из каталога NORAD [16].

После этого путем случайной выборки из общего множества КА, по которым были рассчитаны ЗРВ, было сформировано 100 гипотетических группировок, состоящих из 35 КА каждая. Для каждой из группировок моделировалось формирование заявок на использование средств управления от различного числа КА (от 5 до 35 КА) для различных составов НКУ (от 3 до 12 средств управления на 4 наземных пунктах).

Для каждого из полученных подмножеств заявок были выявлены КС и подсчитано их количество. Затем было рассчитано среднее число КС в сутки для различной численности группировки КА и средств их управления (рис. 2).

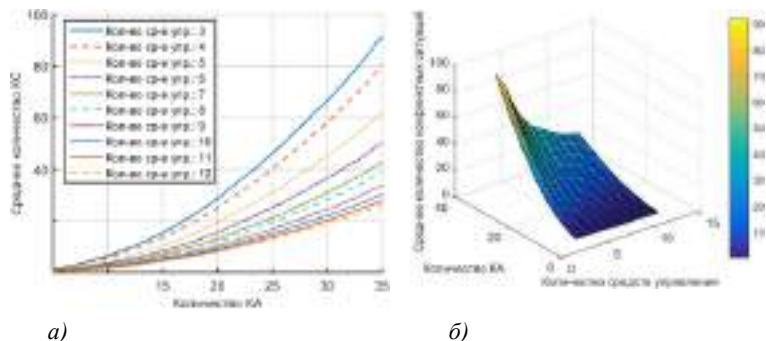


Рис. 2. Среднее количество конфликтных ситуаций в сутки по результатам 100 экспериментов: а – 2D-график; б – 3D-график

Была осуществлена оценка отклонения количества КС от их среднего числа. Для этого для различной численности КА и средств их управления были рассчитаны минимальные, максимальные значения количества КС и средне-квадратические отклонения числа КС. Также была определена плотность распределения вероятности (ПРВ) количества КС. Пример полученных результатов представлен на рис. 3.

Используя результаты, полученных в [10, 18], и результаты проведенной серии модельных экспериментов, был проведена предварительная оценка отдельных показателей эффективности информатизации органа планирования (рис. 4).

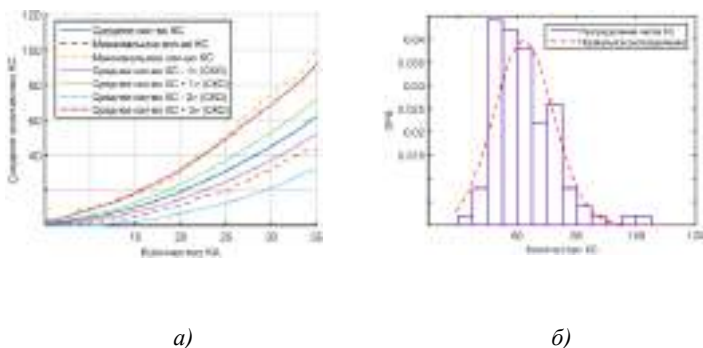


Рис. 3. Пример результатов статистической обработки данных: а – значения среднеквадратичного отклонения для количества КС при 5 средствах управления; б – ПРВ числа КС при 35 КА и 5 средствах управления

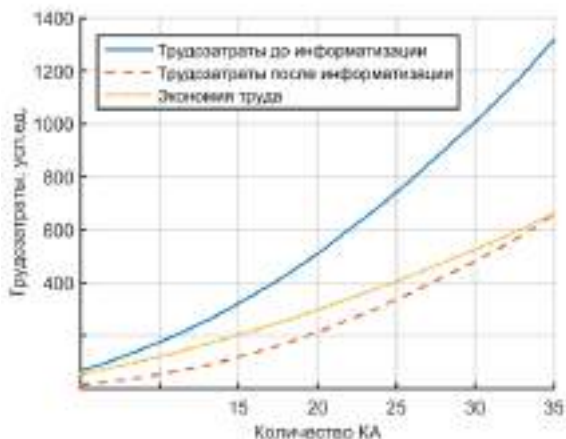


Рис. 4. Пример результатов оценки трудозатрат на РСУ КА (задача составления плана сеансов ретрансляции) для 5 средств управления

Таким образом, на основании проведенной работы была показана возможность оценки эффективности информатизации органа планирования с использованием результатов прогнозирования его загруженности. Предложена модель для прогнозирования загруженности органа планирования. Получены числовые вероятностные характеристики прогрессирующего роста загруженности органа планирования. Парировать неизбежный рост загруженности можно за счёт применения новейших информационных технологий при распределении средств управления космическими аппаратами.

Библиографический список

1. Макаров, М. И. Анализ проблем создания перспективных технологий измерений и управления космическими средствами [Текст] / М. И. Макаров, С. С. Кукушкин, В. Б. Рудков // Ракетно-космическая техника. Информационные системы и технологии. Научные труды. В 2-х т. Т. 1. М.: НИИ КС им.А.А. Максимова. – 2012. – С. 86-107.

2. Макатров, А. С. Технология глобального информационного обеспечения функционирования ракетно-космической техники [Текст] / А. С. Макатров, В. Ф. Герастовский, В. П. Коновалов, В. С. Чаплинский, А. Т. Куцевалов // Ракетно-космическая техника. Информационные системы и технологии. Научные труды. В 2-х т. Т. 1. М.: НИИ КС им.А.А. Максимова. – 2012. – С. 177-190.

3. Артюшенко, В. М. Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Ю. В. Стрелалюк, Н. А. Васильев, И. М. Белюченко, К. Л. Самаров, В. Н. Зиновьев, С. П. Посеренин, Г. Г. Вокин, А. П. Мороз, В. С. Шайдуров, С. С. Шаврин / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.

4. Артюшенко, В. М. Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Ю. В. Стрелалюк, В. И. Привалов, В. И. Воловач, Е. П. Шевченко, В. М. Зимин, Е. С. Харламова, А. Э. Аббасов, Б. А. Кучеров / под науч. ред. док. техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

5. Артюшенко, В. М. Оперативное оповещение об изменении ситуации при управлении группировкой космических аппаратов [Тезисы] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // XL Академические чтения по космонавтике, посвященные памяти академика С.П. Королёва и других выдающихся отечественных ученых-пионеров освоения космического пространства: сборник тезисов / Российская академия наук, Государственная корпорация по космической деятельности «РОСКОСМОС», Комиссия РАН по разработке научного наследия пионеров освоения космического пространства, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана. – Москва: МГТУ им. Н.Э. Баумана. – 2015. – С. 163.

6. Artyushenko, V. M. Threshold method of measurement of extended objects speed of radio engineering devices of short-range detection / V. M. Artyushenko, V. I. Volovach // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014). – Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014. – pp. 220-223.

7. Артюшенко, В. М. Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Радиотехника. – 2015. – № 2. – С. 76-82.

8. Артюшенко, В. М. Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. № 3. – С. 59-66.

9. *Артюшенко, В. М.* Информатизация управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2013. – № 6 (48). – С. 6-14.

10. *Артюшенко, В. М.* Оценка экономической эффективности использования автоматизированной системы распределения средств управления космическими аппаратами в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Вестник поволжского государственного университета сервиса. Серия «Экономика». – 2013. – № 5 (31). – С. 131–136.

11. *Артюшенко, В. М.* Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – № 4. – С. 67–72.

12. Orekit. URL: <http://www.orekit.org>. Дата обращения: 14.02.2016.

13. *Luc, M.* Sharing the Knowledge: An Open-Source Vision for Flight Dynamics [Text] / M. Luc, F.-M. Christine // SpaceOps 2010 Conference American Institute of Aeronautics and Astronautics. – 2010. DOI: 10.2514/6.2010-2341.

14. *Vallado D.A., Crawford P., Hujsak R., Kelso T.S.* Revisiting spacetrack report #3: rev 2. AIAA-2006-6753-Rev2. AIAA Astrodynamics Specialists Conference and Exhibit. Keystone, CO: American Institute of Aeronautics and Astronautics, 2006. 94 p.

15. *Dong, Wei.* An Accuracy Analysis of the SGP4/SDP4 Model [Text] / Wei Dong, Zhao Chang-yin // Chinese Astronomy and Astrophysics. ☐ 2010. ☐ № 1 (34). ☐ pp. 69-76. DOI: 10.1016/j.chinastron.2009.12.009.

16. NORAD Two-Line Element Sets Current Data. URL: <http://celestrak.com/NORAD/elements/>. Дата обращения: 14.02.2016.

17. *Кучеров, Б. А.* Решение задач прогнозирования загрузки наземных средств управления космическими аппаратами [Текст] / Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2015. – № 2, т.11. – С. 30-36.

18. *Артюшенко, В. М.* Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4 (32). – С. 42-45.

© Кучеров Б.А., 2016

УДК 654.09

К.А. Кылышбек*

**Кылышбек Куаныш Абибуллаулы, студент 4 курса специальности «Радиотехника, электроника и телекоммуникации», Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан*
naurizastana@mail.ru

К. Ж. Наурыз*

**Наурыз Каный Жанабергенкызы, старший преподаватель, Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, Астана, Казахстан*
kastshman2013@yandex.ru

ВОПРОСЫ МОДЕРНИЗАЦИИ ЗОНОВОЙ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

Ключевые слова: сети, зоновые сети, ВОЛС, ЦРРЛ, SDN, PDN, СТС, АТС, БС, CDMA, канал, поток.

В данной статье рассматриваются вопросы модернизации зоновой сети. Кратко анализируется состояние сети, а также определяются причины модернизации. Из возможных вариантов предлагается STM-16 и технология DWDM.

Согласно правилам ВСС (Взаимоувязанная сеть связи), сети (первичные и вторичные) по территориальному признаку подразделяются на магистральную (междугородную), внутрizonовые (зонавые) и местные сети, а также международные сети [1].

Зонавые сети (АО «Казахтелеком») Республики Казахстан построены в основном на базе ВОЛС (Волоконно-оптические линии связи), но применяются и ЦРРЛ (Цифровые радиорелейные линии). Применение ЦРРЛ связаны из-за отдаленности некоторых районов от областного центра [2].

В рассматриваемом районе (Жамбылская область, Жамбылский район) зонавая сеть построена на базе ВОЛС с применением мультиплексорного оборудования (рис. 1).

Как видно с 1 рис. длина участка зоновой сети составляет 24,5 км, эксплуатируется мультиплексорное оборудование типа SMA-4 (Siemens) со скоростью передачи 622 Мбит/с. Мультиплексоры SMA 4/1 версии работают в режимах оконечного мультиплексора, мультиплексора ввода/вывода, кросс-коннектора, предоставляя пользователю на ряду со стандартными SDN, PDN интерфейсами 10/100 BaseT и Gigabit Ethernet [3].

Данный район (районный центр Аса) расположен вокруг областного центра города Тараз. Такое расположение района удобен для оператора (в плане внедрения технических решения, а также при вложении инвестиции) [4].

Чем связана модернизация зоновой сети? Во-первых связана из-за нехватки каналов, во-вторых для дальнейшего развития местной сети, в третьих для получения дополнительных доходов по аренде цифровых каналов (потоков) сторонним организациям.

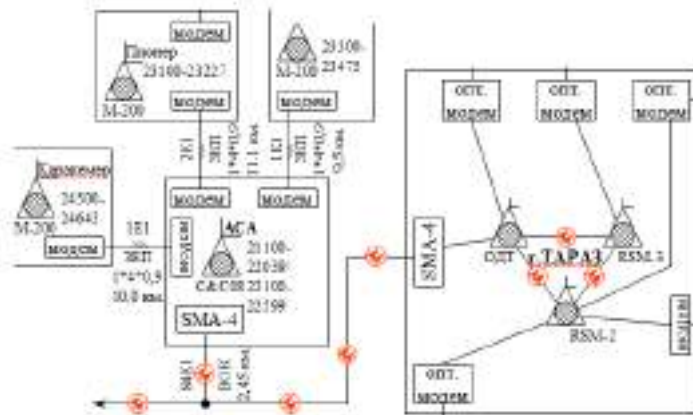


Рис. 1. Участок зоновой сети Жамбылском районе

Нехватка каналов связаны следующими причинами:

- в сети СТС района помимо традиционных 16 АТС, эксплуатируются 4 БС стандарта CDMA 450 МГц (UMG) с фиксированной радиотелефонией;
- в райцентре, а также прилегающих селах (к областному центру) внедряют GPON-технологии, с возможностью услуг «TriplePlay» [2];
- через территорию района (области) проходят международные трассы Ташкент-Алматы, «Западная Европа- Западный Китай» [4].

Автотрасса «Западная Европа - Западный Китай» имеет высокую важность для казахстанской экономики. Значительное региональное развитие получат пять крупных областей страны (Актюбинская, Кызылординская, Южно-Казахстанская, Жамбылская и Алматинская, включая г. Алматы), где в общей сложности проживает 7,5 млн. человек или почти половина населения страны. Это новые условия к созданию новых рабочих мест, а также к развитию малого и среднего бизнеса [5].

Развитие сетей CDMA 450 МГц в Республике Казахстан было включено в Государственную программу форсированного индустриально-инновационного развития. Проект по стране завершен в 2015 году. Сейчас идет расширение существующих сетей с выходом Интернет [6].

В районе 42 сел, с общим количеством населения 78 111 (данные 2013 г.) Общая монтированная емкость по традиционной телефонии составляет – 7500 номеров (данные 2013 г.), по CDMA 450 МГц - около 4000 номеров (данные 2013 г.). Количество телефонов на 100 жителей примерно выходит -15 ТА (близко к среднему значению по стране) [4].

Возможность SMA-4 оборудования составляет - 7680 каналов (телефонных), а связи спросом на высокоскоростную и широкополосную связь эти цифры неутешительные [3].

Выход от ситуации – либо замена оборудования на STM-16 или перейти на другую технологию DWDM.

Выбор оптимальной технологии зависит от многих факторов (основные):

-оценка состояния кабельной трассы (проводятся тщательный анализ измерительных работ);

-маркетинговые работы по модернизации (сравнение вариантов по модернизации зонной сети) и т.д.

Библиографический список

- 1 Парфенов Ю.А. Кабели электросвязи, М.: Эко-Трендз, 2003 - 256 с.
- 2 Официальный сайт АО «Казакхтелеком». Режим доступа: <http://telecom.kz/>. Дата обращения: 21.03.2016 г.
- 3 Компания Камнет. Режим доступа: <http://www.kamnet-group.ru/kamnet/index.phtml?page=sma4>. Дата обращения 15.03.2016 г.
- 4 Официальный сайт Жамбылской области. Режим доступа: <http://www.zhambyl.gov.kz/>. Дата обращения 15.02.2016 г.
- 5 Официальный сайт Западная Европа-Западный Китай. Режим доступа: <http://www.europe-china.kz/print/86>. Дата обращения: 20.01.2016 г.
- 6 Электронная версия Республиканской газеты «Казакхстанская правда». Режим доступа: <http://www.kazpravda.kz/c/1315616170>. Дата обращения: 19.03.2016 г.

© Кылышбек К.А., Наурыз К. Ж.

УДК 004.415.5

О.А. Лагунков*

**Лагунков Олег Александрович, аспирант*

Ульяновский Государственный Технический Университет (УлГТУ), г. Ульяновск.

o.lagunkov@gmail.com

В.В. Шишкин*

Шишкин Вадим Викторович, к.т.н., доцент, профессор каф. ИВК

Ульяновский Технический Университет (УлГТУ) г. Ульяновск

shyv@ulstu.ru

РАССМОТРЕНИЯ И АНАЛИЗЫ ИСХОДНОГО КОДА АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ВЫСОКОГО УРОВНЯ КРИТИЧНОСТИ

Ключевые слова: тестирование, верификация, программное обеспечение, авиационные системы, исходный код, требования.

Исследование целей «Рассмотрений и анализов» исходного кода, а также процессов, которые могут быть направлены на их достижение в соответствии с регламентирующими документами.

Введение. Жизненный цикл программного обеспечения для бортов гражданской авиации на территории СНГ регламентируется документом КТ-178В “Требования к программному обеспечению бортовой аппаратуры и систем при сертификации авиационной техники” – аналогом RTCA DO-178В. Документ описывает квалификационные требования к процессам жизненного цикла – планированию, разработке, верификации, управлению конфигурацией, гарантии качества и взаимодействию с сертифицирующими органами. Следует отметить, что КТ-178В не предоставляет рекомендуемых методов для проведения процессов, а лишь описывает входные и выходные данные. При этом, сам документ не имеет обязательной юридической силы, но «представляют единодушное мнение авиационного сообщества».

Одна из целей, которую преследует КТ-178В – обеспечение прозрачности процессов, обеспечение трассировки артефактов процессов друг на друга и, как следствие, обеспечение надежности программного обеспечения. Верификация становится краеугольным камнем жизненного цикла, она требует огромное количество ресурсов и может занимать большую часть времени работы над проектом. Верификация – комплексный процесс, направленный на получение технической оценки выходных данных процессов планирования, разработки и самой верификации. Верификация поэтапно затрагивает исходный код, объектный код, интегрированное ПО и ПО интегрированное с аппаратурой. В данной статье рассматривается процесс “Рассмотрения и анализы исходного кода”. Мероприятия этого процесса направлены на поиск ошибок, допущенных в процессе кодирования. Под ошибками подразумевается несоответствие исходного кода требованиям низкого уровня к ПО, архитектуре ПО и стандартам на кодирование ПО. Данная статья направлена на анализ целей указанного процесса и описание возможных путей их достижения.

Цели процесса. Исходный код должен удовлетворять пунктам, описанным ниже.

Соответствовать требованиям низкого уровня. Требования низкого уровня – это описание того, что ПО должно делать или должно не делать, применительно к наименьшим сущностям (например, функциям исходного кода языка C). Исходный код должен быть точен и полон по отношению к требованиям низкого уровня, кроме того, в исходном коде должны отсутствовать непредусмотренные требованиями функции.

Соответствовать архитектуре ПО. Исходный код должен соответствовать категориям “поток данных” и “поток управления”, определенным в архитектуре ПО. Поток данных подразумевает описание взаимодействий составных частей исходного кода (например, функций в языке C) по данным – глобальным переменным и параметрам. Поток управления подразумевает вызов одними исполняемыми сущностями других сущностей в процессе выполнения.

Быть верифицируемым. Исходный код является верифицируемым, если в нем отсутствуют операторы и структуры, которые не могут быть проверены в процессах верификации. Для каждой тестируемой единицы (например, модуля или функции) должно быть возможно тестирование без внесения изменений в исходный код. Типичным примером является использование циклического изъятия данных с внешних портов и выдача на другие порты, которые не передаются через интерфейсы функций друг другу.

Соответствовать стандартам. Необходимо подтвердить, что разработка кода велась в соответствии со стандартами на кодирование ПО. В расчет принимаются как общепринятые стандарты (например, MISRA), так и стандарты предприятия. Все отклонения от стандартов должны быть обоснованы.

Трассироваться на требования низкого уровня. Необходимо проверить, все ли требования низкого уровня были реализованы в исходном коде.

Быть точным и непротиворечивым. Этот пункт включает в себя наибольшее количество вопросов, так как должны быть проведена оценка использования стека, использования памяти, разрешающая способность арифметики, наихудшего времени исполнения, использования неинициализированных переменных и управления кэшем.

Тестирование исходного кода. Правильно построенный процесс тестирования исходного кода должен покрывать большую часть целей рассмотрений и анализов. Непосредственно тестирование часто выполняется с помощью стороннего ПО, имеющего необходимую сертификацию соответствия КТ-178В или DO-178В. Популярными решениями на мировом рынке являются LDRA ToolSuite и VectorCAST. Стоит отметить, что помимо проверки реакций тестируемого объекта, ПО автоматизирующее тестирование, должно обеспечивать проверку покрытия исходного кода. Покрытие проверяет, какие операторы и логические ветви были пройдены в процессе выполнения того или иного теста. Тесты составляются исключительно на основе требований и архитектуры. Проверка ожидаемых выходных данных при подобранных тестовых входных показывает, что требования низкого уровня реализованы в полной мере. Достижение покрытия логики и операторов в 100% показывает,

что исходный код не содержит непредусмотренных функций и тем самым является эквивалентом требований низкого уровня. Очевидно, что также достигается проверка трассируемости требований низкого уровня на исходный код.

Соответствие архитектуры ПО исходному коду на предмет соответствия по потоку данных и потоку управления однозначно покрывается в процессе тестирования, однако такой подход экономически нецелесообразен. Чем позже выявляется ошибка, тем больше стоимость её устранения. В данном случае при выявлении в процессе тестирования нарушения соответствия потока управления произойдет нарушение процесса тестирования и возврата к процессу разработки. При этом, само тестирование необходимо будет начать заново, т.к. структура исходного кода будет изменена. При использовании моделей проекта для тестирования, потребуется составление новой модели. Целесообразно использовать анализаторы потоков данных и управлений (часто они встроены в системы автоматизации тестирования). В некоторых случаях может потребоваться создание собственных инструментов, т.к. для анализ потоков данных и управления в системах автоматизированного тестирования исходный код должен быть компилируемым, а информация о соответствии/несоответствии может понадобиться до того, как будут полностью закодированы все требования низкого уровня. Такие инструменты не обязательны для внешней сертификации, т.к. полученный результат точно подтвердит проведенный процесс тестирования.

Аналогичная ситуация возникает при анализе верифицируемости. Факт проведенного тестирования говорит о том, что код верифицируем. Однако, из экономических соображений, целесообразно ввести отдельный процесс, результатом которого является заключение о верифицируемости или неверифицируемости исходного кода. Аналогично предыдущему пункту, данный процесс не обязателен к внешней сертификации и может быть выполнен с помощью ручного анализа исходного кода верификатором.

Проверка на соответствие стандартам выполняется сторонним ПО с помощью статического анализа. Как правило, стандарты содержат правила, выполнение которых может быть автоматизировано. Например, соответствие стандарту MISRA C может быть полностью проверено с помощью статических анализаторов LDRA или Astree. Для проверки на соответствие внутренним стандартам (например, по структуре комментариев) может потребоваться разработка дополнительных инструментов. Здесь же, при статическом анализе проверяются ошибки использования неинициализированных переменных.

Проверка разрешающей способности арифметики должна быть косвенно заложена в требования низкого уровня через максимальные значения переменных. При тестировании такая проверка будет достигнута.

Оценка использования стека и наихудшего времени выполнения. Следует сразу отметить, что в английской версии вместо глагола «оценить» используется более строгое понятие «determine» – «определить».

Сертификационный меморандум EASA (п.11.1) разъясняет, что использование стека можно оценить через анализ потока управления и потока данных, либо при помощи тестирования. Типичным методом является заполнение па-

мяти по определенному шаблону и выполнение тестов, ориентированных на максимальное использование стека.

Возникает ряд вопросов. Очевидно, что использование стека зависит от целевой платформы и используемого компилятора. Требуется определенная база знаний, для правильной оценки использования стека через анализ потока данных и потока управления. При этом, с одной стороны, такая база должна формироваться за счет тестировщиков, т.к. анализ происходит в процессе верификации; с другой стороны, необходимым набором компетенций, возможно, обладают разработчики, не участвующие в процессе. Альтернативный метод – нагрузочное тестирование не может привести к желаемому результату, т.к. такое тестирование не может доказать отсутствие переполнения стека в дальнейшем или дать точную оценку. Собственно, такой же недостаток есть и у первого метода, который требует некой доказательной базы.

В п. 11.3 Сертификационного меморандума EASA говорится о том, что для уровня критичности А теоретических измерений может быть недостаточно для того, чтобы быть уверенными в отсутствии переполнения стека в поле. Для выхода из этой ситуации предлагается с помощью анализа выявлять, где возможны, а где невозможны переполнения стека, и включать в исходный код механизм мониторинга переполнения стека с соответствующей обработкой исключительных ситуаций. Важно отметить, что, хотя тестирование в принципе не может доказать отсутствие возможности переполнения стека при выполнении ПО, DO-178B/C напрямую этого и не требует. В этом ключе руководство EASA выглядит вполне логичным.

Похожая ситуация возникает с анализом наихудшего времени выполнения. С помощью нагрузочного тестирования невозможно точно определить время выполнения исходного кода, т.е. любое требование высокого уровня к максимальному времени выполнения будет невалидируемо. Однако руководство по этому поводу EASA не дает.

Система анализа A³ (фирмы AbsInt) заявлена, как механизм точного расчета наихудшего времени выполнения и точной оценки глубины использования стека. Такой анализ скорее относится к формальной верификации, чем к динамической. Однако, формальная верификация, конечно, обладает более высокой степенью надежности, чем тестирование. A³ использует для анализа объектный код, в этом случае анализ становится более точным за счет учета результатов работы компилятора. После декодирования объектного кода следует анализ циклов и состояний регистров и памяти в каждой точке выполнения программы с учетом контекстов выполнения.

Такие решения, как A³, используют собственную платформу построения модели объектного кода. Именно на основе этой модели проводится анализ использования стека и наихудшего времени выполнения. Создание альтернативы, которая бы удовлетворяла уровню А, т.е. проводила точную и доказанную оценку, требует наработок в области моделирования работы процессоров и анализа работы компиляторов. Альтернативный путь – мониторинг использования стека не дает решения для анализа времени выполнения и наихудшего времени выполнения.

Заключение. Рассмотрения и анализы исходного кода для бортовых систем высокого уровня критичности по большей части могут быть выполнены в процессе тестирования или в процессах, окружающих тестирование. Отдельные подзадачи для повышения эффективности могут потребовать разработку несложных инструментов. Основную нагрузку несут приложения сторонних разработчиков. Однако проблемы, как вычисление загруженности стека и наихудшего времени выполнения могут быть выполнены только с помощью формальной верификации. В целом, процессы, направленные на удовлетворение целей рассмотрений и анализов исходного кода, требуют большого количества ресурсов и должны быть построены с максимальной эффективностью.

Библиографический список

1. *Лагунков О.А., Ларин К.В., Шишкин В.В.* Построение процесса тестирования в рамках верификации программного обеспечения бортовой авиационной системы высокого уровня критичности. Известия Самарского научного центра Российской академии наук, 2014, № 6-2, Т. 16, стр. 487-492.
2. *Kondratiev S.A., Lagunkov O.A., Shishkin V.V.*, Automatic Test Cases Generation Method for Embedded Systems Software. International Congress on Information Technologies-2012 (ICIT-2012): Proceedings of Abstracts. – Saratov : SSTU, 2012.
3. КТ-178В. Квалификационные требования. Требования к программному обеспечению бортовой аппаратуры и систем при сертификации авиационной техники. — Межгосударственный авиационный комитет, Авиационный регистр, 2002.
4. RTCA/DO-178B. Software considerations in airborne system and equipment certification -RTCAInc, 1992.
5. *Лагунков О.А., Шишкин В.В.* Тестирование программного обеспечения интерфейсов модулей межблочной связи в авионике по требованиям низкого уровня. Труды Северо-Кавказского филиала Московского технического университета связи и информатики, часть I. – Ростов-на-Дону.:ПЦ «Университет» СКФ МТУСИ, 2015. – 552с.
6. *Ляпина К. В.* Анализ стратегий тестирования программного обеспечения. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015): сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 2 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2015. – 332 с.
7. «Guidelines for the use of the C language in critical systems», MISRA-C:2004, 2004

© *Лагунков О.А., Шишкин В.В., 2016*

УДК 004.932

О.С. Левина*

**Левина Оксана Сергеевна, студент магистратуры*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

ole-levu@yandex.ru

В.В. Воронин*

**Воронин Вячеслав Владимирович, к.т.н., доцент*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

voronin_sl@mail.ru

М.М. Письменскова*

**Марина Михайловна Письменскова, аспирант*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

mpismenskova@mail.ru

Н.В. Гапон*

**Николай Валерьевич Гапон, аспирант*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

nikolay-rt@mail.ru

А.В. Куркина*

**Алина Владимировна Куркина, студент магистратуры*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ в г. Шахты

curkina.alina2010@yandex.ru

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ЭТАПОВ МЕТОДА РЕКОНСТРУКЦИИ ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ ПОВЕРХНОСТЕЙ ОБЪЕКТОВ

Ключевые слова: трёхмерная модель поверхности, карта глубины, облако точек, реконструкция, Kinect.

Предложен метод восстановления дефектных областей карт глубины, полученных 3D-сканерами при анализе реальных объектов сцены для подготовки к реконструкции трёхмерных моделей поверхностей объектов.

В настоящее время активно развиваются системы компьютерного зрения, и особое внимание уделяется трёхмерному моделированию объектов реального мира. Причиной этому в первую очередь является широкое использование 3D моделей объектов во многих исследовательских и прикладных задачах: при разработке систем виртуальной реальности, в медицине, в системах идентификации личности, при выполнении геодезических работ, при сканировании ювелирных украшений и т.п. Существует множество способов получения трёхмерных изображений объектов сцены, один из них – сканирование при помощи специализированных устройств. Этот способ представляет собой

процесс определения координат точек, принадлежащих поверхности объекта или сцены [1].

С появлением недорогих 3D-сканеров, позволяющих получить одновременно карту глубины, цветное изображение и облако точек сцены возросло число разработок новых методов машинного зрения. Примером такого сканера является сенсор Microsoft Kinect, который состоит из инфракрасного (ИК) проектора, RGB-камеры и датчика глубины в виде камеры с ИК фильтром.

При сканировании объектов карта глубины имеет дефекты и искажения – области с неизвестными или неверными значениями расстояния до сцены (на рис.1 они показаны на карте глубины черным цветом). Это происходит из-за того, что сенсором Microsoft Kinect для измерения расстояния от плоскости сенсора до объекта сцены проецируются ИК лучи, которые неверно фиксируются датчиком глубины с некоторыми видами поверхностей (например, зеркальными, мелкозернистыми) для которых характерны отражения, теневые области и т.п.

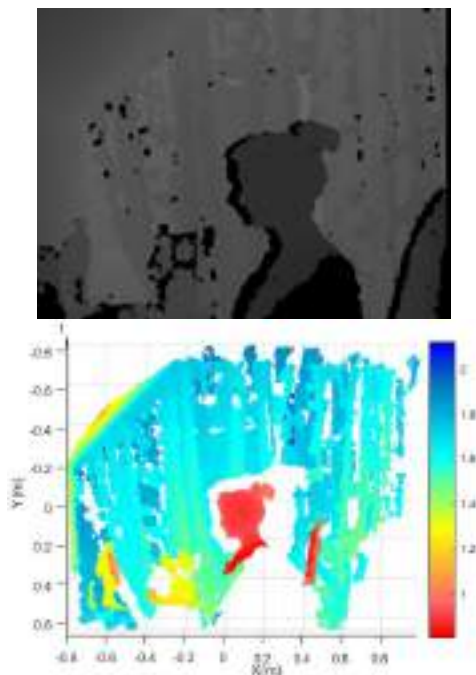


Рис. 1. Карта глубины (слева) и облако точек (справа), полученные сенсором Kinect

Процесс получения полигональной трёхмерной модели объекта или сцены с учётом геометрии, пространственного расположения, свойств поверхности называется реконструкцией. Первые методы создания трёхмерных моделей

основаны на алгоритмах триангуляции Делоне или диаграммах Вороного, в эту группу входят такие методы как Cocone, Tight Cocone, Robus Cocone, Power Crust, метод Альфа форм, алгоритм поворота шара и др. Они, как правило, создают сетку из треугольников, которая связывает большую часть исходных точек. При наличии зашумлённых данных, полученная поверхность сильно отличается от оригинала [2].

Методы восстановления также подразделяются по типу функции, аппроксимирующей поверхность. Чаще всего используется неявное или параметрическое представление функции. Так для реконструкции Пуассона существует «скрытая» функция $f(q)$ от позиции в пространстве [3]. На рис. 2 показаны её значения, положительные – внутри объекта, отрицательные – вне границ, на самой искомой поверхности объекта функция – нулевая. Входными данными для поиска подходящей функции $f(q)$, аппроксимирующей поверхность являются облако точек и нормали к поверхности объекта в этих точках – $(q,n)_i$.

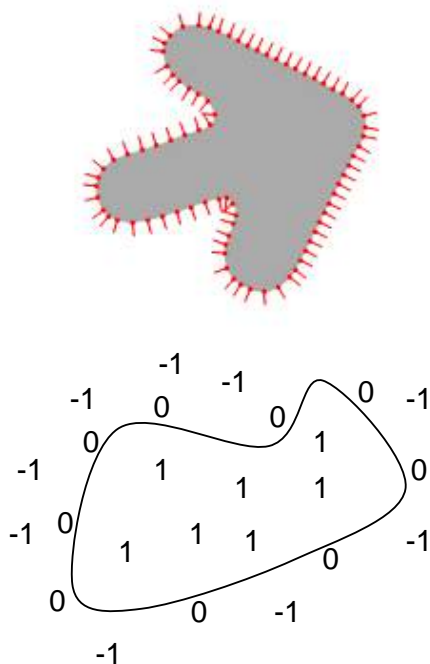


Рис.2. Представление нормалей (слева) и аппроксимирующей функции (справа) в алгоритме реконструкции Пуассона

Точки $(q,n)_i$ лежат на поверхности. Безошибочное представление функции выглядит так:

$$f(q_i) = 0, \nabla f(q_i) = n_i,$$

где $\nabla f(q_i)$ – градиент в точке q_i .

Но положение точек и нормали имеют ошибки измерений, поэтому вводится поле нормалей $v(p)$ и задаётся задача минимизации:

$$\int_v \|\nabla f(p) - v(p)\|^2 dp.$$

Решение данной задачи находится при помощи уравнения Пуассона:

$$\Delta f = \nabla \cdot v$$

После того, как будет решено данное уравнение, находится изоповерхность с нулевым значением $f(q_i)$. При помощи алгоритма марширующих кубов строится полигональная модель [4].

Основные недостатки заключается в необходимости решения оптимизационных задач для более точного представления модели объекта и высокие вычислительные затраты в процессе вычисления.

Цель работы – восстановление потерянных значений глубины и реконструкция трёхмерной модели поверхности объекта, полученной с помощью активных 3D сканеров.

Алгоритм предложенного метода состоит из следующих этапов:

1. Получение исходных данных: RGB-изображение и карта глубины;
2. Выделение объектов переднего плана с помощью пороговой сегментации;
3. Восстановление потерянных областей двумерной карты глубины;
4. Преобразование восстановленной карты глубины в облако точек (набор вершин)[5];
5. Реконструкция поверхности по полученному облаку точек методом Пуассона [3] и расчёт текстур на основе RGB данных;
6. Запись полученной модели поверхности для дальнейшего использования в графических приложениях.

Сенсор Kinect позволяет получить RGB-изображение и соответствующую карту глубины. Диапазон захвата глубины устройства – 0,8 м – 3,5 м. Угол обзора устройства по горизонтали 57° , а по вертикали 43° .

Для того чтобы получить модель поверхности объекта, необходимо разделить задний фон и посторонние объекты. На втором этапе происходит сегментирование необходимой поверхности путём задания порога расстояния сканирования, и предобработка данных методом фильтрации (например, фильтр Гаусса, BM3D [6], NLM и т.п.). Такие сенсоры позволяют получить поверхность, только с одного ракурса, поэтому если необходимо получить полную модель объекта, необходимо сканирование с разных сторон.

Третий этап происходит по алгоритму, предложенному в работе прошлых исследований [7], где основные этапы – реконструкция поврежденных участков методом exemplar-based image inpainting [8] и фильтрация изображения глубины методом поточечной адаптивной медианной фильтрации [9] с использованием информации о цвете и глубине. На рис.3а, б показаны исходные данные: RGB изображение и карта глубины, на рис.3в представлен результат восстановления. Анализ результатов показывает, что дефекты и искажения

практически отсутствуют, контуры объектов ровные, поверхности гладкие, что подходит для последующей обработки.

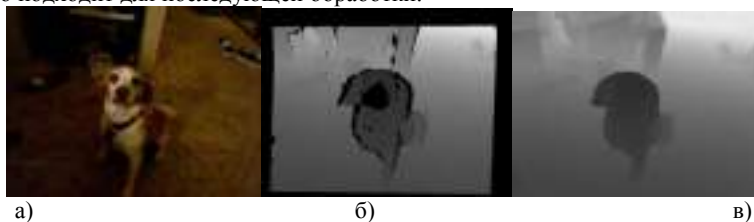


Рис. 3. Результаты третьего этапа восстановления потерянных значений глубины

Восстановленную карту глубины необходимо преобразовать в карту высот, которая затем формируется в набор вершин в метрической системе исчисления, поскольку расстояние до точек дано в миллиметрах (мм), а координаты по x, y – в пикселях [5].

По схеме преобразования в координаты по X в мм (рис.4в) видно, что их можно вычислить с помощью тангенса угла α :

$$\tan \alpha = \frac{x_{new}}{z} \Rightarrow x_{new} = z \cdot \tan \alpha.$$

После подстановки значения угла обзора Kinect по горизонтали и координаты (x, y) точки на кадре, получается выражение для расчета угла альфа в радианах:

$$\alpha = \left(\frac{x \cdot 57}{640} - 28,5 \right) \cdot \frac{\pi}{180}.$$

Координаты по оси Y рассчитываются подобным образом. В результате формулы пересчета карты глубины (высот) в набор трёхмерных вершин имеют вид:

$$X_{new} = z \cdot \tan \left[\left(\frac{x \cdot 57}{640} - 28,5 \right) \cdot \frac{\pi}{180} \right];$$

$$Y_{new} = z \cdot \tan \left[\left(\frac{y \cdot 43}{480} - 21,5 \right) \cdot \frac{\pi}{180} \right].$$

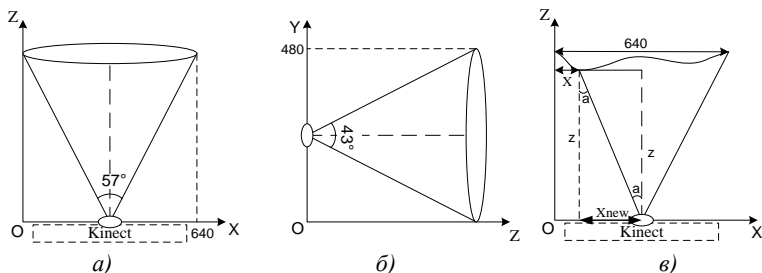


Рис. 4. Схема работы дальномера

В результате по каждому кадру получается карта высот с нанесенным цветом для отслеживания положения камеры, и набор вершин в трёхмерной системе координат для построения модели поверхности объекта.

На пятом этапе создается трёхмерная полигональная модель по полученному облаку точек методом реконструкции Пуассона. Для построения модели можно взять, например, графическую систему MeshLab v1.3.4 BETA [10].

В заключении можно сделать следующий вывод: проведен анализ работы основных этапов разработанного метода реконструкции трёхмерных моделей поверхностей объектов сцены, полученных при сканировании 3D-устройствами.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №15-07-99685, №15-01-09092, №16-37-00391.

Библиографический список

1. Цапко, И.В. Алгоритмы и методы обработки информации в задачах трёхмерного сканирования объектов [Текст] / И.В. Цапко, С.Г. Цапко // Известия Томского политехнического университета. – 2010. – Т. 317. – № 5. – С. 134–140.
2. Tang, R. Surface Reconstruction Algorithms Review and Comparison [Text] / R. Tang, S. Halim, M. Zulkepli // ISDE2013. – 2013.
3. Kazhdan, M. Poisson Surface Reconstruction [Text] / M. Kazhdan, K. Polthier, A. Sheffer, M. Bolitho, H. Hoppe // Eurographics Symposium on Geometry Processing. – 2006. – № 06. – P.P. 61–70.
4. Как робот 3D сканирует [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://beta.itnan.ru/post.php?c=1&p=277885>, свободный.
5. Фисунов, А.В. Разработка и исследование алгоритмов трёхмерной реконструкции моделей объектов сложной формы [Текст] / А.В. Фисунов, В.В. Воронин // XI Международный научно-технический форум «Инновации, экология и ресурсосберегающие технологии». «ИнЭРТ-2014». – 2014. – С.1302–1310
6. Левина, О.С. Метод обработки изображений карт глубин, полученных с помощью активных 3D-сканеров [Текст] / О.С. Левина, В.В. Воронин, В.А. Франц, Р.А. Кожин, А.В. Фисунов // XI Международный научно-технический

форум «Инновации, экология и ресурсосберегающие технологии». «ИнЭРТ-2014». – 2014. – С. 1341–1346.

7. *Criminisi, A.* Region filling and object removal by exemplar-based image inpainting [Text] / A. Criminisi, K. Region, P. Perez // IEEE transactions on image processing. – 2004. – V. 13. – № 9. – P.P. 1200–1212.

8. *Foi, A.* Pointwise shape-adaptive DCT for high-quality denoising and deblocking of grayscale and color images [Text] / A. Foi, V. Katkovnik, K. Egiazarian // IEEE TIP. – 2007. – P.P. 1395–1411.

9. *Danielyan, A.* BM3D Frames and Variational Image Deblurring [Text] / A. Danielyan, V. Katkovnik, K. Egiazarian // IEEE Trans. Image Process. – 2012. – V. 21. – № 4. – P.P. 1715–1728.

10. MeshLab [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://meshlab.sourceforge.net/>, свободный.

© Левина О.С., Воронин В.В., Письменкова М.М., Гапон Н.В., Куркина А.В.,
2016

УДК 004.4

Э.В. Леонова*

**Леонова Элина Валерьевна, студент*

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»), г. Смоленск
leliv_blondy@mail.ru

А.Ю. Пучков*

**Андрей Юрьевич Пучков, к.т.н., доцент*

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»), г. Смоленск
putchkov63@mail.ru

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ ПРИМЕНЕНИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: оценка надежности, аналитические и эмпирические модели, законы распределения, тестирование

Рассмотрены вопросы, связанные с определением методик оценки надежности программного обеспечения с помощью применения информационных технологий. На основе анализа методик предложены рекомендации к их применению в зависимости от возможностей и задач исследования организации или предприятия

Оценка надежности в технике представляет собой одну из тех задач, которую разработчик должен решить для обеспечения конкурентоспособности своей продукции. Важность этого атрибута продукции отмечена даже отдельным ГОСТ 27.001-95 Система стандартов «Надежность в технике», где представлены основные понятия, определения, методики [1]. Однако эта система стандартов ориентирована в большей степени на продукцию материального производства, в то время как оценка надежности интеллектуального труда до сих пор остается задачей, для решения которой нет унифицированных подходов.

В этой связи в каждом конкретном случае в программном обеспечении приходится учитывать особенности применения, в частности, такие как возможные потери при отказе и сбое программы. Очевидно, что для офисных приложений это может обернуться потерей информации, а для технических объектов (например, энергетических атомных станций) это может привести к авариям или катастрофам.

Для дальнейшего исследования конкретизируем область программ, сосредоточившись на системах хранения данных, потери и искажения которых в масштабах одной организации весьма чувствительны.

Существует две основных модели надежности: аналитические и эмпирические. В первом случае показатели надежности определяются на основе аналитических выражений, во втором – на основе опыта применения и обработки

статистических данных. На данный момент разработано множество аналитических математических моделей оценки надежности программного обеспечения (ПО), представляющих зависимость надежности ПО от некоторых определенных факторов: модели Ла Падула, Шумана, Шика-Волвертона, Джеллинского-Моранды, Миллса, Мусса, Нельсона, Коркорэна, простая интуитивная модель, модель переходных вероятностей и другие [2]. Однако ни одна из предложенных моделей не используется на практике по причине их неудобства и нецелесообразности. В аналитических моделях требуются сложные выкладки, использующие математическое описание, поэтому при расчете надежности используются универсальные программы для математических и статистических вычислений, такие как MatLab, Maple, Mathematica, MathCad и Statistica.

Применение аналитических моделей достаточно сложно и их результаты зависят от выбранной методики расчета, поэтому их применение ограничено узким классом задач. В этой связи на первый план выходят эмпирические модели, разнообразие которых велико. Такие модели составляют основу методологии расчета программного комплекса «Надежность», представляющего собой систему для решения широкого спектра задач, связанных с надёжностью программного обеспечения. В частности, с её помощью возможно: вычисление параметров для произвольных функций распределения по имеющимся статистическим данным (при этом у пользователя есть возможность как воспользоваться встроенными в программу несколькими десятками пространственных функций, так и задавать функцию самостоятельно); моделирование статистических данных на основе произвольных функций распределения, например, с целью изучения применимости различных критериев оценки надежности (в том числе предусмотрена работа с цензурированными выборками); наглядное представление полученных результатов с помощью встроенной возможности отображения графиков с автоматическим масштабированием, в том числе для нескольких функций одновременно; возможность экспорта и импорта данных с использованием обычных текстовых файлов. Это позволяет использовать программу «Надёжность» совместно с практически любыми другими пакетами для статистической обработки данных. К функциональным возможностям программного пакета «Надежность» также относятся: возможность обработки разнородной информации о наработках изделий и получение эмпирической оценки надежности (вероятности безотказной работы, плотности распределения, интенсивности отказов), возможность определения оптимального времени тренировки элементов и изделий. При оценке надежности в программе возможно построение таблиц и графиков на основе различных вариантов задаваемых параметров, в зависимости от целей исследования. Так, например, при построении графика в программе необходимо задать количество точек построения, диапазон значений, минимальную и максимальную координату, метод оптимизации и закон распределения. В программный пакет встроены такие законы распределения как экспоненциальный, распределение Вейбулла, нормальный, логнормальный, гамма-распределений, распределение Гомпреца-Мейкема, обратное распределение

Гаусса, распределение Парето, гиперболическое распределение, логарифмически-логистическое, модель Хьерта [3].

Для достижения максимальной гибкости и простоты в использовании, а также для облегчения расширения возможностей программы зачастую выбирают модульную структуру пакета. Выделяют три функционально различных типа модулей:

- модуль для хранения статистических данных для обработки;
- вычислительный модуль для обработки данных;
- модуль для отображения результатов в виде графиков или таблиц.

Программа «Надёжность» составлена таким образом, чтобы проект мог содержать произвольное количество модулей произвольного типа, при этом каждому модулю соответствует свое окно в интерфейсе программы. Такой подход позволяет довольно просто решать как задачу по обработке одних и тех же данных различными методами, так и применять один и тот же метод обработки для различных данных и в обоих случаях наглядно представлять полученные результаты для сравнения. Кроме того, существует возможность одновременной параллельной работы нескольких задач по обработке данных, что может оказаться полезным на современных компьютерах с многоядерными процессорами.

Совокупность используемых пользователем модулей для хранения исходных данных, методов их обработки, а также полученные промежуточные и конечные результаты образуют проект. Хотя в любой момент времени программа «Надёжность» может работать только с одним проектом, это не накладывает каких-либо серьезных ограничений на возможности программы по обработке данных. Особое внимание уделяется тому, чтобы пользователь мог полностью сохранить текущее состояние проекта, и впоследствии продолжить работу с данными ровно с того места, где он остановился, не производя заново каких-либо вычислений или выполняя какие-либо иные вспомогательные действия.

Пакет «Надёжность» используется во ФГУП «НПП ВНИИЭМ» как непосредственно для расчетов надёжности, так и для проведения исследований методик и моделей, используемых при расчётах надёжности, с 2004 г. Результаты, полученные с помощью этого пакета, вошли в отчеты по оценкам надёжности систем космических аппаратов и атомных станций. О методиках расчета, используемых в пакете «Надёжность», а также о самом пакете и о полученных с его помощью результатах неоднократно докладывалось на российских и международных конференциях и в публикациях в реферируемых журналах. Так, в частности, было проведено исследование неоднородностей в полупроводниковых приборах, возникающих под действием различных причин, например, отличия в условиях производства разных партий при смешивании изделий одного типа или при нарушении технологического процесса. Неоднородность возникает и в том случае, если небольшая часть изделий имеет одно распределение с малым сроком службы (так называемые дефектные изделия), а основная часть – другое распределение с большим сроком службы. Поэтому, даже если какое-либо изделие имеет большой средний срок службы, то это еще не дает оснований считать, что изделие обладает высоким каче-

ством, ибо если у данного изделия высокий коэффициент вариации, то надёжность его будет низкой. Таким образом, существование элементов как с большой, так и с малой неоднородностью приводит к тому, что они обладают различными статистическими свойствами, что необходимо принимать в расчёт при обработке испытаний и проектировании. Поэтому важным является определение численной меры этой неоднородности. Наличие неоднородностей приводит к необходимости использовать в качестве функций распределений отказов смеси распределений Вейбулла вместо двухпараметрических распределений. Возможности пакета «Надёжность» позволяют, кроме определения надёжностных характеристик изделий, проводить анализ различных регрессионных моделей. Также существует метод для анализа регрессионных моделей, основанный на использовании Обобщенного закона надёжности, представляющего из себя разложение плотности распределения по обобщенным ортогональным полиномам Лагерра, и метода преобразования исходных данных типа времени жизни таким образом, чтобы привести их к модели ускоренных испытаний. В качестве примера исследователями рассматривалась модель ускоренных испытаний, и на основе расчётов, проведённых в программе «Надёжность», проводится анализ регрессионных моделей больных раком легких и лейкоемией. С помощью программы «Надёжность» можно получить оценки параметров для 10-параметрической смеси из трех распределений Вейбулла и экспоненциального распределения показать, что этот закон смертности гораздо точнее приближает эмпирические функции надёжности по сравнению с известными моделями Hannerz и Thiele.

Надёжность программного обеспечения поддерживается, в первую очередь, реализацией такой процедуры как тестирование, то есть прогон программы с целью выявления ошибок [4-5]. Поэтому современные среды разработки, такие как Visual Studio, начиная с 2010 года, применяют в своем составе специальные пункты меню, обеспечивающие тестирование. В частности, в пакете C# программы Visual Studio 2015 содержится пункт меню «Тест», реализующий проверку отклонения ожидаемых результатов (параметр Expected) от фактически полученных (параметр Actual). При выполнении команды «Тест» программа выводит на экран сообщение с данными об ожидаемых и фактически полученных результатах, представляемых в форме `<xxx>` и `<ууу>` соответственно. По результатам теста разработчик может исправить ошибку и повторно запустить тест. При повторном прохождении теста программа заносит исправленный тест в папку «Пройденные тесты», а красная строка состояния становится полностью зеленой.

Таким образом, существуют различные методики оценки надёжности программного обеспечения, однако выбор одной из них зависит от возможностей и задач исследования конкретной организации или предприятия. При наличии в большом и полном объеме информации о функционировании программного обеспечения можно использовать аналитические и статистические модели оценки надёжности ПО, выбирая методику расчета в соответствии со спецификой организации или предприятия. При отсутствии такой информации в достаточном объеме рекомендуется использовать специализированные программные средства оценки, такие как программный продукт

«Надежность» или же программные средства, содержащие соответствующие встроенные пункты меню (программа Visual Studio).

Библиографический список

1. Система стандартов «Надежность в технике» [Текст]: ГОСТ 27.001-95. – Введ. 1997-01-01. – М. : Изд-во стандартов, 2002. – 8 с.
2. *Власов Е.П., Жданов В.В., Жданов И.В.* Расчет надежности компьютерных систем: Учебное издание. – К. : Изд-во «Корнийчук», 2012. – 187 с.
3. Пакет программ «Надежность» для определения надежностных характеристик изделий [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://jurnal.vniiem.ru/text/116/47.pdf>
4. *Данилова, М. С.* Тестирование программного обеспечения и составление проектной документации – [Текст]: М. С. Данилова, Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015) : сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 1 / Поволожский гос. ун-т сервиса. – Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2015. – С.220-223
5. *Ляпина, К. В.* Анализ стратегий тестирования программного обеспечения – [Текст]: К. В. Ляпина, Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015) : сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 2 / Поволожский гос. ун-т сервиса. – Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2015. – С.61-64

© *Леонова Э.В., Пучков А.Ю., 2016*

УДК 519.863

М.Ю.Лехмус*

**Лехмус Михаил Юрьевич, доцент УФ ФинУниверситета при Правительстве РФ, г. Уфа*

Lmik63@mail.ru

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРС WEB-КВЕСТА

Ключевые слова: алгоритм, репозиторий, web-квест, система тестирования.

Приводится один из альтернативных путей реализации образовательного процесса в среде Интернет. Приведены примеры реализации web-квестов и пути взаимодействия в ходе их разработки.

Образовательный web-квест - проблемное задание с элементами ролевой игры, для выполнения которого используются информационные ресурсы Интернета.







Область реализации web-квест – web-технологии реализации знаний конкретных учебных дисциплин (предметов), конкретных задач (тема предмета), конкретных задач интеграции предметов, интернет-технологий и используемых приложений. Могут применяться на разных уровнях процесса обучения в структуре учебного процесса.

Классически определены типы **web-квестов** [1]:

- Планирование и проектирование – разработка плана или проекта на основе заданных условий.
- Самопознание – любые аспекты исследования личности.
- Компиляция – трансформация формата информации, полученной из разных источников: создание книги кулинарных рецептов, виртуальной выставки, капсулы времени, капсулы культуры.
- Творческое задание – творческая работа в определенном жанре - создание пьесы, стихотворения, песни, видеоролика.
- Аналитическая задача – поиск и систематизация информации.
- Убеждение – склонение на свою сторону оппонентов или нейтрально настроенных лиц.
- Научные исследования – изучение различных явлений, открытий, фактов на основе уникальных он-лайн источников.

За основу внедряемой технологии выбираем творческую задачу по разработке проекта информационной системы и его реализации в web-интерфейсе.

Классическая структура web-квеста:

НАЧАЛО (описаны главные роли участников или сценарий квеста, предварительный план работы, обзор всего квеста.)	1 этап
	
ПРОБЛЕМА (определен итоговый результат работы.)	2 этап
	
СРЕДА (Список информационных ресурсов, необходимых для выполнения задания.)	2этап
	
РОЛИ (Для каждой роли - план работы и задания.)	3 этап
	
МАРШРУТ (Описание процедуры квеста при выполнении задания)	4 этап
	
РЕЗУЛЬТАТ (Описание критериев и параметров оценки web-квеста.)	5 этап
	
КОММЕНТАРИЙ (Руководство к действиям, где описывается, как организовать и представить собранную информацию.)	5 этап
	
КОНЕЦ (Заключение, где суммируется опыт, который будет получен участниками при выполнении самостоятельной работы над web-квестом.)	6 этап

Пример квеста «Учебное заведение». Основными бизнес-процессами учебной части являются: ведение личных дел и карточек студентов; ведение студенческих билетов и зачетных книжек; формирование справок и ведомостей; ведение учета успеваемости; формирование проектов приказов (рис.1).

В ходе учебного процесса, студенты могут обращаться в учебную часть для получения всевозможных справок (например, справка-вызов) и подачи заявлений (например, заявление на академический отпуск). Данный процесс может быть автоматизирован за счет внедрения он-лайн сервиса (рис.2). Решением задачи является разработка компонентов сайта с возможностью диалога со студентом в автоматическом режиме, без участия программиста.

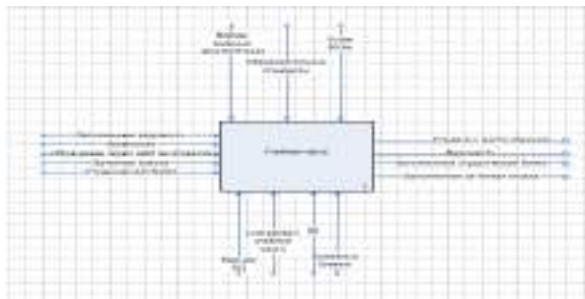


Рис. 1. Функциональная модель «как есть» - исходные данные



Рис. 2. Реализация web-квеста – сайт учебной части

Алгоритм работы сервиса сайта следующий:

Студент отправляет запрос посредством формы на сайте, с помощью внешней обработки он формируется нужный контент и отправляется его либо на электронную почту, указанную в карточке, либо непосредственно в базу данных.

Работник учебной части получает запрос и готовит документ.

Подготовленный документ подписывается и получает соответствующий статус в базе данных.

Студент отслеживает статус и при получении необходимого, заходит в учебный отдел забрать документ на руки.

Получение документа вновь меняет его статус.

Среди документов можно формировать запросы по фамилиям студентов и датам заказанных документов.

Таким образом, разработка описываемого web-ресурса, позволит существенно упростить и ускорить процесс обмена информацией для сверки данных со студентами.

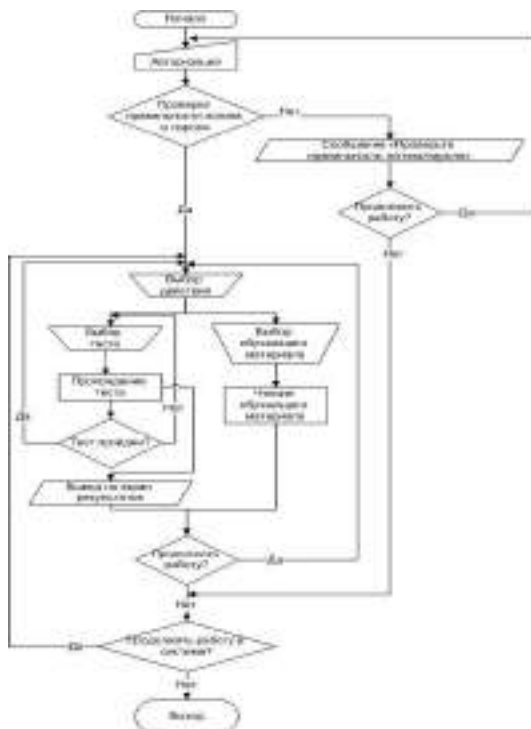


Рис. 3. Алгоритм контроля выполнения web-квеста

Итоговый контроль осуществляется с использованием стандартного теста (рис.3), который в перспективе будет иметь алгоритм web-квеста (выбор маршрута) и репозитория [2].

Библиографический список

1. Dodge B. Some Thoughts About WebQuests. 1995-1997.- http://webquest.sdsu.edu/about_webquests.html
2. Лехмус М.Ю. Информационные ресурсы образовательной среды /Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015): сб. статей V международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2014. –с 51-55.

© Лехмус М.Ю., 2016

УДК 004.55

Н.И. Лиманова

*Лиманова Наталья Игоревна, д.т.н., профессор
Тольяттинский государственный университет (ТГУ), г. Тольятти
Nataliya.I.Limanova@gmail.com*

С.Н. Потемкина

*Потемкина Светлана Николаевна, к.п.н., доцент
Тольяттинский государственный университет (ТГУ), г. Тольятти
S.Potemkina@tltsu.ru*

Ю.В. Сизова

*Сизова Юлия Викторовна, магистрант
Тольяттинский государственный университет (ТГУ), г. Тольятти,
mlur@yandex.ru*

ВИРТУАЛЬНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ НА ОСНОВЕ МЕТОДА ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Ключевые слова: дистанционное обучение, виртуальная физическая лаборатория, имитационное моделирование, виртуальная модель.

Разработана концептуальная модель и программное обеспечение для виртуальной физической лаборатории, предназначенной для дистанционного обучения студентов.

Широкое распространение систем дистанционного обучения и облачных технологий потребовало дальнейшего развития прикладных методов математического моделирования как концептуальной основы программного обеспечения для виртуальных физических лабораторий и практикумов, в том числе с удаленным доступом [1].

При разработке виртуальных лабораторий основное внимание, как правило, уделяется вопросам экранной 3D-визуализации физических процессов, максимально приближенной к реальности, т.к. именно для этого требуется наибольшее количество вычислительных ресурсов. Для моделируемых физических процессов выбираются менее ресурсоёмкие и, соответственно, более простые модели, что заметно ограничивает компетенцию и творческую активность обучаемых [2].

Современные облачные технологии снимают остроту проблемы нехватки вычислительных мощностей и на основе поливариантного подхода позволяют расширить возможности виртуальных лабораторий в плане расширения круга изучаемых процессов и повышения творческой активности студентов.

С принципиальной точки зрения современная виртуальная лаборатория, предназначенная для дистанционного изучения физики, химии, математики и других естественнонаучных дисциплин должна удовлетворять следующим требованиям:

- быть доступной удаленно;

- наглядно показывать изучаемую предметную область;
- содержать корректные виртуальные физические модели;
- содержать формы для отчетов по лабораторным работам;
- иметь модуль тестовых заданий;
- предоставлять преподавателю возможность просмотра сохраненных работ и выполненных тестовых заданий.

При создании виртуальной физической лаборатории по разделу «Электростатика» курса физики на кафедре «Общая и прикладная физика» Тольяттинского государственного университета разработана концепция и программное обеспечение виртуальной физической лаборатории, основой структуры которой являются Internet-технология дистанционного обучения и автоматизированного контроля знаний в форме Web-приложения и библиотека виртуальных объектов для обеспечения адекватности компьютерных моделей реальным физическим процессам. Для расширения круга изучаемых процессов и повышения творческой активности студентов, признано целесообразным встраивать в программное обеспечение системы дистанционного обучения не одну, а несколько различных математических моделей изучаемых физических процессов, выбираемых студентами в зависимости от специфики конкретной задачи [3].

Библиотека включает в себя визуализированные модели изучаемых объектов, процессов и явлений, которые дают возможность наглядно отслеживать изменение параметров их функционирования при управляемой коррекции входных воздействий на основе, как имитационных математических моделей, так и реальных объектов. В состав программного обеспечения для дистанционного контроля уровня знаний обучаемого входят базы данных с вопросами, иллюстрациями и ответами по различным темам учебного курса, а также для анализа полученных результатов. Подпрограмма самоконтроля позволяет студенту самостоятельно контролировать процесс усвоения знаний.

Удаленный доступ к виртуальной лаборатории обеспечивается специальным Web-приложением, имеющим архитектуру «клиент-сервер». Клиент — это приложение, которое называют также интерфейсной частью (front end), а сервер — прикладной частью (back end) [4]. Клиентом выступает браузер обучаемого, а сервером — удаленный Web-сервер высшего учебного заведения. Логика работы Web-приложения распределена между сервером и клиентом: хранение данных осуществляется на сервере, обмен информацией происходит по сети. Клиенты не должны зависеть от конкретной операционной системы пользователя, поэтому Web-приложение является кроссплатформенным сервисом.

Виртуальная лаборатория должна не только предоставлять возможность проведения эксперимента, но и позволять студентам, обучающимся дистанционно, создавать отчеты, сохранять и пересылать их для проверки преподавателем. Создаваемые отчеты и результаты компьютерного тестирования сохраняются в вузовской базе данных.

На рисунке 1 показана концептуальная модель базы данных, которая отражает предметную область, и связи, которые необходимы для понимания работы Web-приложения. Для реализации виртуальных физических моделей

используется принцип «богатого» (Rich) клиента (RIA, Rich Internet application). RIA — это Web-приложение, доступное через Интернет, насыщенное функциональностью настольных приложений, которое предоставляется либо уникальной спецификой браузера, либо через плагин, либо путём использования виртуальной машины [5].

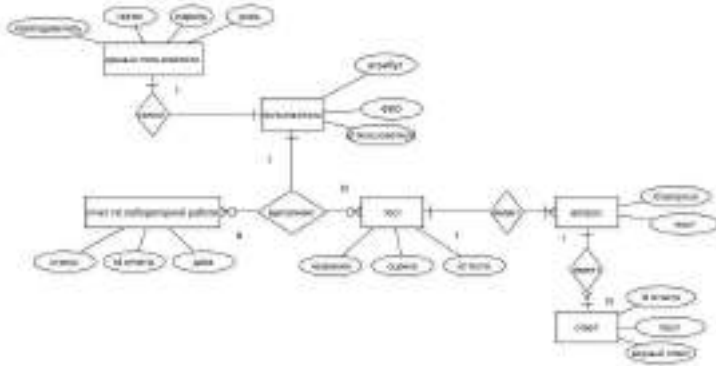


Рис. 1. Концептуальная модель базы данных виртуальной лаборатории

Rich-клиент передаёт Web-клиенту необходимую часть пользовательского интерфейса, оставляя большую часть данных (ресурсы программы, данные и пр.) на сервере. Клиент запускается в браузере и не требует дополнительной установки программного обеспечения, что является удобным для визуального представления сложных физических или математических моделей, ввода, снятия и обработки данных. Под виртуальной физической моделью подразумевается встроенный в Web-приложение функционал, который позволяет графически отображать реальные физические процессы. Пользователь может изменять параметры модели для получения различных результатов виртуального эксперимента.

В разделе «Электростатика» курса физики студентам предлагается выполнить пять лабораторных работ: 1. Исследование поля точечного заряда; 2. Исследование поля диполя; 3. Изучение движения заряженной частицы в поле конденсатора; 4. Определение удельного заряда электрона; 5. Определение величины электрической постоянной. Используемые в этих работах виртуальные модели позволяют визуализировать картину силовых линий и эквипотенциальных поверхностей электростатического поля точечного заряда или системы нескольких точечных зарядов, или поля заряженного конденсатора, что очень важно для обучаемого при изучении данного раздела курса физики [6].

Например, в лабораторной работе «Изучение движения электрона в электростатическом поле плоского конденсатора» изучаются закономерности изменения кинематических характеристик движения заряженной частицы при движении в электростатическом поле конденсатора. На рисунке 2 представле-

на программная реализация виртуальной модели движения электрона в электростатическом поле.

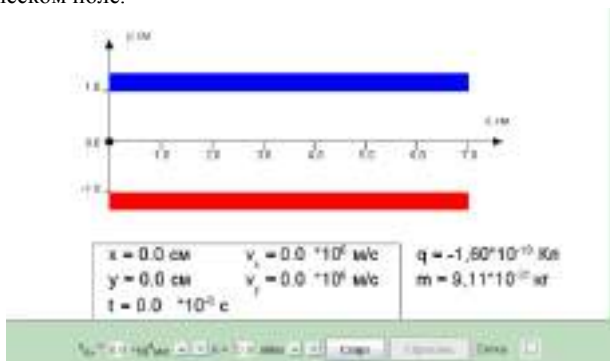


Рис. 2. Виртуальная модель электростатического поля конденсатора

Заряженная частица, движущаяся в однородном электрическом поле под действием кулоновской силы, движется по параболе, аналогично движению тела под действием силы тяжести вблизи поверхности Земли. Вид траектории движения электрона в таком поле представлен на рисунке 3.

Можно изменять значения начальных составляющих скоростей v_{0x} и v_{0y} частицы, а также величину и знак напряженности поля конденсатора. На экране дисплея изображается траектория движения частицы, и выводятся значения координат, времени движения и составляющих скорости частицы в любой момент времени.

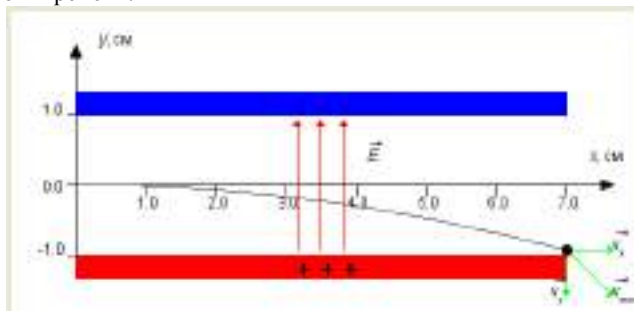


Рис. 3. Траектория движения электрона в электростатическом поле конденсатора

Кроме этого на экране дисплея отображаются значения физических констант – массы покоя и заряда движущейся заряженной частицы (электрона).

Величину ускорения, с которым движется электрон в кулоновском поле, созданном заряженным конденсатором, рассчитывают по формуле (1) [7].

$$a_y = \frac{F_{эз}}{m} = \frac{q}{m} E = const \quad (1)$$

Величину составляющей скорости равноускоренного движения электрона по Y в поле конденсатора найдем по формуле (2).

$$V_y = at_{дв} = \frac{q}{m} E \frac{L}{V_{0x}} \quad (2)$$

Где V_y - вертикальная составляющая скорости электрона в момент вылета из конденсатора; V_{0x} - горизонтальная составляющая начальной скорости движения электрона вдоль оси x ; L - длина пути, пройденного электроном по горизонтали, она равна длине обкладки конденсатора.

Скорость вылета электрона из конденсатора будет рассчитываться по формуле (3).

$$V_{\text{выл}} = \sqrt{V_{0x}^2 + V_y^2} \quad (3)$$

В лабораторных работах №4 и №5 студент, рассчитывая численные значения главных физических констант электростатики, закрепляет знание теоретического материала изучаемого раздела [8].

Таким образом, применяя различные математические модели и методы расчета характеристик полей и выбирая наиболее рациональные из них, студенты получают возможность выработать и закрепить практические навыки, которые потребуются им при изучении специальных дисциплин инженерного профиля. Предлагаемый программный продукт дает возможность организовать дистанционную форму проведения лабораторных занятий при изучении физики и перейти на новую ступень организации дистанционного образовательного процесса в вузе.

Библиографический список

1. *Иванов В. В., Данилова М. С., Челноков А. Ю.* Разработка электронного учебника по дисциплине «Компьютерный практикум» и контроль успеваемости студентов в системе дистанционного обучения Moodle [Текст] / В. В. Иванов, М. С. Данилова, А. Ю. Челноков // Сборник статей III-ой Международной заочной научно-технической конференции «Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации», Тольяти, ПВГУС. – 2013 – С. 149 – 153.
2. *Малыгин Е.Н.* Разработка технологии удаленного компьютерного доступа к лабораторным и промышленным ресурсам для поддержки учебного процесса и научных исследований. Индустрия образования [Текст] / Е.Н. Малыгин, С.В. Карпушкин, В.Г. Мокрозуб, М.Н. Краснянский. – Выпуск 1. Сборник статей. – М.:МГИУ, 2001. – с. 217-227.
3. *Лехмус М. Ю.* Информационные ресурсы образовательной среды // Сборник статей V-ой Международной заочной научно-технической конференции «Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации», Тольяти, ПВГУС. – 2015, часть 2. – С. 43 – 46.

4. *Дейт К. Дж.* Введение в системы баз данных, 8-е издание [Текст] / К. Дж. Дейт: Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2005. — 1328 с.: ил.
5. *McAffer J.* Eclipse Rich Client Platform: Designing, Coding, and Packaging Java™ Applications [Текст] / Jeff McAffer, Jean-Michel Lemieux. — Crawfordsville: Addison Wesley Professional, 2006. — 552.
6. *Соловов А. В.* Виртуальные учебные лаборатории в инженерном образовании [Текст] / А. В. Соловов // Индустрия образования. — М.: МГИУ. — 2002., с 386-392.
7. *Трофимова Т.И.* Курс физики [Текст] / Е. И. Трофимова. — М.: Высшая школа, 1998.
8. *Потемкина С.Н., Розанов А.В.* Организация самостоятельной работы студентов с использованием информационных и сетевых технологий [Текст] / Материалы II Международной научно-практической конференции «Математика и моделирование в инновационном развитии АПК». Саратов: Изд-во «Буква», 2015. — с. 118-123.

© Лиманова Н.И., Потемкина С.Н., Сизова Ю.В., 2016

УДК 681.5.034

Н.В. Логачева*

**Логачева Надежда Вадимовна, к.т.н., доцент*

Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.

nvlogacheva@gmail.com

А.В. Каракозов*

**Каракозов Александр Владимирович, магистр*

Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.

districtofpain@gmail.com

АНАЛИЗ ЗАДАЧ РЕШАЕМЫХ ЦЕНТРОМ УПРАВЛЕНИЯ ПОЛЕТОВ КОСМИЧЕСКИМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Ключевые слова: центр управления полетом, космический аппарат, наземный комплекс управления.

Рассмотрены вопросы, связанные с анализом информационно-вычислительного комплекса центра управления полетом.

Главное назначение центра управления полетов (ЦУП) - управление и координация взаимодействия технических средств по развертыванию, поддержанию в режиме штатной эксплуатации и замене отработавших космических аппаратов (КА) [1, 2].

Центр управления полетов решает следующие задачи:

- долгосрочного и оперативного планирования работы КА, технических средств наземного комплекса управления (НКУ);
- организации синхронной работы технических средств в реальном масштабе времени;
- приема результатов сверки бортовой шкалы времени и их выдачи потребителям;
- контроля формирования пакетов контрольно-пакетной информации и передачи их на борт КА;
- приема обработки, отображения и архивирования телеметрической информации от КА; анализа и прогноза технического состояния КА;
- организации проведения измерений текущих навигационных параметров, их обработки; организации профилактических работ и обработки нештатных ситуаций;
- проведения функционирования контроля работоспособности технических средств ЦУП в соответствии с техническими требованиями;
- организации протоколов, очередей, приоритетов, потоков информации, доступа к архивам; обеспечения автоматизированного обмена информацией со средствами НКУ и взаимодействующими комплексами;
- формирования отображения состояния спутниковой группировки для отдельных рабочих мест;
- работы с базой данных и центральным архивом НКУ.

Решение задач, стоящих перед ЦУП, обеспечивается взаимодействием технических средств ЦУП, в основном на обмене информацией. Каждое сред-

ство может быть представлено с информационной точки зрения как устройство, способное принимать входную информацию, использовать принятые данные для выполнения своих целевых функций, формировать выходной поток данных [3-5].

Рабочие места штатных и привлекаемых операторов ЦУП должны находиться в одном помещении. В ЦУП должны быть расположены резервные вычислительные средства и резервные рабочие места для работы в нештатных ситуациях. Центр управления полетами является организатором взаимодействия всех средств НКУ, что обеспечивается согласованием форматов сообщений, синхронизацией взаимодействия по времени, своевременным архивированием и защитой информации от несанкционированного доступа. Взаимодействие с техническими средствами ЦУП основано на обмене информацией с помощью локальной вычислительной сети.

Основными элементами системы управления и контроля являются следующие: НКУ; бортовой комплекс управления космических аппаратов; системы связи и передачи данных (ССПД) [6-8].

Центр управления полетом космических аппаратов представляет собой организационно-техническую систему, обеспечивающую выработку решений на основе автоматизации информационных процессов управления КА.

Центр управления полетом реализует информационно-технологическую задачу в виде определенной последовательности информационно-связанных функций, задач или процедур, выполняемых в автоматизированном (интерактивном) или автоматическом режиме.

В процессе функционирования ЦУП представляет собой совокупность комплекса средств автоматизации (КСА), который для ЦУП представлен в виде информационно-вычислительного комплекса (ИВК), организационно-методических и технических документов и специалистов, использующих их в процессе своей профессиональной деятельности по управлению орбитальной группировкой КА.

Информационно-вычислительный комплекс ЦУП должен осуществлять функции, в соответствии со следующим базовым требованиям:

- технические средства ИВК ЦУП должны обеспечивать круглосуточный режим функционирования; коэффициент готовности ИВК должен быть не ниже 0,9995;

- ИВК строится на базе локальной вычислительной сети (ЛВС).

При создании ИВК ЦУП необходимо руководствоваться принципами:

- системности;
- развития (открытости);
- совместимости;
- стандартизации (унификации);
- эффективности.

Принцип системности заключается в том, что при декомпозиции должны быть установлены такие связи между структурными элементами системы управления КА, которые обеспечивают цельность системы и ее взаимодействие с другими системами [9, 10].

Принцип развития заключается в том, что исходя из перспектив развития и внедрения новых типов КА, система управления ими (и, прежде всего, ЦУП) должна создаваться с учетом возможности пополнения и обновления функций и состава системы управления без нарушения ее функционирования.

Принцип совместимости заключается в том, что при создании ИВК должны быть реализованы информационные интерфейсы, благодаря которым возможно взаимодействовать с другими системами в соответствии с установленными правилами.

Принцип стандартизации заключается в том, что должны быть применены типовые, унифицированные и стандартизованные элементы, проектные решения, пакеты прикладных программ, комплексы, компоненты [11].

Принцип эффективности заключается в достижении рационального соотношения между затратами на создание ИВК и целевыми эффектами, включая конечные результаты, получаемые в результате автоматизации, а именно – снижение расходов на эксплуатацию орбитальной группировки [12, 13].

Библиографический список

1. *Артюшенко, В. М.* Алгоритмы адаптации спутниковой связи по скорости передачи информации земных станций при работе в составе узловой сети [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // *Естественные и технические науки*. – 2014. – № 7 (75). – С. 96–100.

2. *Артюшенко, В. М.* Моделирование скорости передачи информации земных станций при работе в составе узловой сети [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // *AustrianJournalofTechnicalandNaturalsciences*. – 2014. – № 7-8. – С. 96–99.

3. *Артюшенко, В. М.* Оценка требуемой пропускной способности каналов управления в корпоративной сети спутниковой связи с регулируемыми параметрами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Информационно-технологический вестник*. – 2015. – № 02 (02) – С. 23–29.

4. *Артюшенко, В. М.* Анализ энергетических характеристик линий корпоративной сети спутниковой связи [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Информационно-технологический вестник*. – 2014. – № 01(01). – С. 13–19.

5. *Артюшенко, В. М.* Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // *Радиотехника*. – 2015. – № 2. – С. 76-82.

6. *Артюшенко, В. М.* Статистические характеристики сигналов и помех радиотехнических устройств ближнего действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач, В.В. Иванов // *Известия высших учебных заведений. Приборостроение*. – 2014. – Т.57. – №7. – С.46–50.

7. *Artyushenko V. M., Volovach V. I.* Threshold method of measurement of extended objects speed of radio engineering devices of short-range detection // *Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014)*. Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014– 2014. KNURE, Kharkov. – PP. 220-223.

8. *Артюшенко, В. М.* Особенности отражения зондирующих сигналов радиотехнических устройств обнаружения от протяженных объектов сложной

формы [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И.Воловач // Школа университетской науки: парадигма развития. 2012. №2-6. С.42-46.

9. *Артюшенко, В. М.* Анализ состояния автоматизации распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 3-1 (31). – С. 14-17.

10. *Артюшенко, В.М.* Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4 (32). – С. 42-45.

11. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей: Учебник [Текст] / И.Э. Грибут, В. М. Артюшенко, Н.П. Мазаева и др. / Под ред. В.С. Шуплякова, Ю.П. Свириденко. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2008. – 480 С.

12. *Артюшенко, В. М.* Оценка экономической эффективности использования автоматизированной системы распределения средств управления космическими аппаратами в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Вестник поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика. – 2013. – № 5 (31). – С. 131–136.

13. *Артюшенко, В. М.* Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стрелалюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. докт.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

© *Логачева Н.В., Каракозов А.В., 2016*

УДК 004.4:004.7

М.В. Ляшов*

**Ляшов Максим Васильевич, к.т.н, научный сотрудник Донского государственного технического университета (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону.*

max185@mail.ru

Ю.В. Алексеенко*

**Алексеенко Юлия Вячеславовна, студент кафедры «Информационные системы и радиотехника» ИСОиП (филиал) ДГТУ, г. Шахты, РО.*

ajulyav@mail.ru

Т.Г. Авдеева*

**Авдеева Татьяна Геннадьевна, студент кафедры «Информационные системы и радиотехника» ИСОиП (филиал) ДГТУ, г. Шахты, РО.*

tan.avdeewa2011@yandex.ru

А. М. Бабаев*

**Бабаев Андрей Михайлович, студент кафедры «Информационные системы и радиотехника» ИСОиП (филиал) ДГТУ, г. Шахты, РО.*

babaev-andrei2011@yandex.ru

ПРИМЕНЕНИЕ GRID-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ РАБОТЫ С BIG DATA

Ключевые слова: большие данные, big data, grid, грид-вычисления, распределенные вычисления.

В статье приведен обзор сфер использования технологий Big Data, рассмотрены вопросы, связанные с применением GRID-технологии для работы с Big Data, основной акцент сделан на использовании GRID-систем для коммерческих целей.

В настоящее время Большие Данные (Big Data) являются одним из главных векторов развития информационных технологий. [1] Данное направление, сравнительно новое для российского бизнеса, приобрело массовое распространение в западных странах.

Big Data – серия подходов, инструментов и методов обработки структурированных и неструктурированных данных больших объемов для приобретения воспринимаемых человеком результатов.

Big Data характеризуются определенным набором признаков [1].

Volume – накопленная БД хранит большой объем информации, который сложно обрабатывать классическими методами, поэтому необходимы новые подходы для работы с такими БД.

Velocity – данный признак указывает не только на постоянно растущую скорость накопления данных (около 90% информации было собрано за прошедшие 2 года), но и на скорость обработки данных.

Variety – вероятность одновременной обработки структурированной и неструктурированной информации различных форматов. На сегодня 80% информации входит в категорию неструктурированной. Данная информация нуждается в комплексном рассмотрении, чтобы сделать ее полезной для последующей обработки.

Veracity – достоверность данных. Все большее значение пользователи стали придавать точности данных.

Value – ценность накопленной информации. Big Data должны приносить пользу компании и обладать определенной ценностью для нее. К примеру, помогать в улучшении бизнес-процессов, составлении отчетности или оптимизации затрат.

Сферы применения Big Data. Используя данные технологии, можно выявить предпочтения клиентов, эффективность маркетинговых кампаний, а также осуществить анализ рисков. IBM Institute провел опрос с целью выявления направлений использования Big Data в компаниях (рис. 1) [2].

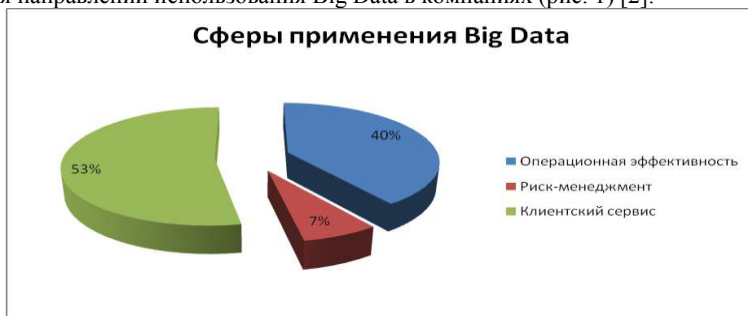


Рис. 1. Сферы применения Big Data по результатам опроса IBM Institute

Как представлено на рисунке, большинство компаний применяют Big Data в области клиентского сервиса, операционной эффективности и риск-менеджменте.

Big Data является довольно быстроразвивающейся сферой информационных технологий, так, общий объем получаемых и хранимых данных удваивается каждые 1,2 года. За период с 2012 по 2014 объем данных, передаваемых мобильными сетями каждый месяц, вырос на 81%. По оценкам IBM в 2014 году объем мобильного трафика составил 2,5 эксабайта в месяц, а уже в 2019 году он будет равен 24,3 эксабайтам [2].

Тем самым можно утверждать, что технологии Big Data, начавшие свое развитие относительно недавно, уже получили широкое распространение во многих сферах бизнеса и играют немаловажную роль в развитии компаний.

Big Data применяют в таких отраслях, как:

1. Розничная торговля.

На основании накопленной информации о клиентах, системе управления запасами, поставках товарной продукции, хранящейся в БД магазинах, можно управлять поставками товара, его хранением и продажей. Также системы обработки и анализа данных позволяют решать задачу оптимизации затрат и будут полезны в подготовке отчетности.

2. Финансовые услуги.

Big Data активно применяют в банковской деятельности. Технологии позволяют проанализировать кредитоспособность заемщика, что сокращает вре-

мя рассмотрения кредитных заявок. Системы, работающие с Big Data, могут проводить анализ операций определенного клиента и предлагать подходящие именно ему банковские услуги.

3. Телекоммуникации.

Как и в финансовом секторе, операторы сотовой связи имеют БД, хранящие большие объемы информации. Основной целью анализа таких данных является удержание имеющихся клиентов и привлечение новых. Для этого компании проводят сегментацию клиентов, анализируют их трафики, определяют социальную принадлежность абонента. Технологии Big Data используются не только для маркетинговых целей, но и для предотвращения мошеннических финансовых операций.

4. Горнодобывающая и нефтяная промышленности.

Big Data применяют как при добыче полезных ископаемых, так и при их переработке и продаже. Используя данные технологии, предприятия могут сделать выводы об эффективности разработки месторождения, отслеживать график капитального ремонта и состояния оборудования, предсказать спрос на продукцию и цены.

GRID-системы. В настоящее время термин «Big Data» широко распространен в области GRID-вычислений. Используя возможности, которые предлагают GRID-системы, возможно улучшить результат решения следующих типов задач [3]:

- массовая обработка Big Data;
- анализ данных по нескольким параметрам;
- визуализация Big Data;
- бизнес-приложения, использующие Big Data.

Настраивая такие аспекты системы, как: интерфейсы, протоколы и сервисы, можно реализовать GRID-инфраструктуру, которая будет способна решать тот или иной класс прикладных задач. Из-за своей универсальности GRID-системы активно используются для решения многих задач в государственных организациях, а также в частных компаниях.

В малых или средних предприятиях можно обнаружить достаточно много ресурсов, которые недоиспользуются в течение длительного времени. В данном контексте «ресурсом» может выступать: CPU, приложения и сервисы и т.д. GRID-система для предприятий (Enterprise Grid) представляет собой распределенную систему, которая направлена на динамическое объединение различных ресурсов предприятия. Данный класс систем также нацелен на такое улучшение использования ресурсов, которое привело бы к повышению производительности.

GRID-технология предоставляет возможность устанавливать приоритеты распределения ресурсов для пользователей, проектов или приложений, что приводит к огромной экономии затрат для предприятий.

Таблица 1.

Сравнение особенностей/характеристики коммерческих и некоммерческих распределенных GRID-систем

	GRID-системы для предприятия	Некоммерческие GRID-системы
Важность эффективного и оптимального использования ресурса	*****	*****
Совместное использование межорганизационных ресурсов	***	*****
Аутентификация и авторизация	*****	***
Безопасность хранящихся данных и программ	*****	***
Безопасная связь	*****	***
Централизованный/полу-централизованный контроль	***	
Вопросы управления	*****	***
Аудит	*****	***
Качество обслуживания (QoS) и соглашение об уровне предоставления услуги (SLA)	*****	***
Экономически основанная и сервис-ориентированная архитектура	*****	***
Взаимодействие различных GRID	*****	*****
Поддержка транзакций	*****	*

Важно отметить, что существуют некоторые отличия между видами GRID-систем, которые используются для решения научных задач, и теми видами GRID, которые могут быть использованы в предпринимательской или коммерческой среде. Табл. 1 отображает характеристики GRID-систем для коммерческой среды и научно-ориентированные GRID-системы [4,5].

Существует довольно большое количество приложений в коммерческой деятельности, которые используют технологии распределенных вычислений. Приложения, требующие обработки Big Data и включающие объединение, а также управление центрами распределенного хранения данных, могут получить выгоду от повышения производительности и возможностей объединения ресурсов, что достигается с помощью использования GRID-технологии.

Текущее положение Enterprise Grid. В настоящее время существует тенденция более активного применения GRID-систем не только в научных целях, но и для использования в коммерческой среде. Ожидается, что инвестиции в Enterprise Grid возрастут многократно в течение следующих 5 лет, так как все большее число компаний предоставляют дополнительные виды обслуживания [1,2]. Различные крупные компании уже предлагают широкий спектр сервисов, что позволяет предприятиям, которые используют данные решения, получить конкурентное преимущество на рынке.

GRID-решение от компании Oracle позволяет предприятиям [6]:

- нормировать модульные серверы и хранилища;
- объединять серверы и хранилища данных с Oracle Database и Oracle Real Application Clusters (ПО для кластеризации и повышения доступности для Oracle Database);
- повседневно автоматизировать задачи управления.

Компания NVIDIA предлагает технологию NVIDIA GRID, которая доступна в трех версиях, позволяющих распределять ресурсы между пользователями: Virtual PC, Virtual Workstation и Virtual Workstation Extended. IT-менеджеры могут распределять необходимые объемы памяти и предоставлять индивидуально настроенные профили, соответствующие требованиям каждого пользователя. NVIDIA GRID vGPU – это самая современная в отрасли технология совместного использования аппаратного ускорения на GPU несколькими пользователями без ущерба для графических возможностей [3].

SAS Grid Manager – система распределенных вычислений, которая запускает процессы одновременно на нескольких серверах, собирает их в единый кластер, обеспечивая высокую скорость и надежность исполнения операций. Многопроцессорные возможности позволяют разделить конкретные задачи на подзадачи, которые будут обрабатываться параллельно. Продукт помогает использовать сразу все доступные вычислительные ресурсы, чтобы потом масштабировать их мощность при необходимости [6].

В настоящее время довольно большое количество GRID-решений основаны на Globus Toolkit с открытым исходным кодом. Globus Toolkit представляет собой набор услуг программного обеспечения и библиотек для мониторинга ресурсов, управления безопасностью и файлами, что облегчает развертывание GRID-систем и основанных на GRID-технологии приложений. Globus Toolkit предлагает межплатформенное GRID ПО, которое в основном работает на Unix-платформах [3].

Enterprise Grid Alliance (EGA) является открытой, некоммерческой и независимой от производителя ассоциацией. Она была создана для разработки Enterprise GRID-решений и ускорения развертывания GRID-вычислений на предприятиях [4]. Задача EGA – это развитие в сторону открытой GRID среды через совместимость решений. Для этого необходимо работать по стандартам GRID вычислений, приняв и поддержав существующие спецификации, собрав и проанализировав технические требования к компонентам и определив новые спецификации, где это необходимо.

Заключение. Как было отмечено, Enterprise Grid все еще находится на начальном этапе развития и широкого применения на предприятиях, но в тоже

время прогнозируется довольно большой рост использования Enterprise Grid для работы с Big Data. Однако существуют различные проблемы, которые стоят на пути этих изменений. Такими проблемами, которые необходимо решить, являются: безопасность, разработка и внедрение стандартов, контроль и управление ресурсами, а также их рациональное объединение. Чтобы GRID-технология была широко применима в коммерческой сфере, необходимо разработать устойчивую бизнес-модель таким образом, чтобы все заинтересованные стороны увидели полезность принятия GRID-технологии.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ (гранты № 16-37-60016, № 14-07-00816).

Библиографический список

1. *Assuncao M., Calheiros R, Bianchi S., Netto M, Buyya R.* Big Data Computing and Clouds: Trends and Future Directions, Journal of Parallel and Distributed Computing (JPDC), Volume 79, Number 5, 2015. – P.P 3-15.

2. *Isford N.* Analytics: The real-world use of big data. IBM Global Business Services Business Analytics and Optimization. Executive Report, 2013 – P.22

3. *Seneviratne S., David C. Levy, Buyya R.* A Taxonomy of Performance Prediction Systems for Parallel and Distributed Computing Systems, Grid Computing: Techniques and Future Nova Science Press, USA, 2015. – P. 222

4. *Li Da Xu.* Enterprise Systems: State-of-the-Art and Future Trends IEEE Transactions ON Industrial Informatics, Vol. 7, N4, November 2011. – P.P 630-640.

5. *Nadiminti K., Buyya R.* Enterprise Grid Computing: State-of-the-Art, Enterprise Open Source Journal, Thomas Communications Inc, Dallas, Texas, USA, March/April 2006. – P.P 19-22.

6. *Eadline D.* "The State of Oracle/Sun Grid Engine". Linux Magazine. 2012 – P.P 12-20.

© *Ляшов М.В., Алексеенко Ю.В., Авдеева Т.Г., Бабаев А. М., 2016*

УДК

В.В. Мартынов*

**Мартынов Виталий Владимирович, д.т.н., профессор*

*Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа.
martynov@rb.ru*

Е.И. Филосова*

**Филосова Елена Ивановна, к.т.н., доцент*

*Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа.
filosova@yandex.ru*

В.К. Плотникова*

**Плотникова Виктория Константиновна, магистр*

*Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа/
Plo.viktoria@gmail.com*

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПЛАНОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ФГОС 3+ НА ОСНОВЕ ТРЕБОВАНИЙ РАБОТОДАТЕЛЯ

Ключевые слова: компетенции, работодатель, профессиональный стандарт, ФГОС.

Рассмотрены вопросы, связанные с формированием требований работодателей на основе профессиональных стандартов и ФГОС 3+. Автоматизация проектирования и формирования учебно-методической поддержки реализации образовательных программ нового поколения с использованием объектного подхода и в соответствии с требованиями работодателей позволяет повысить качество подготовки специалистов высшего образования.

Многие крупные производственные и торговые компании испытывают острую нехватку квалифицированных кадров рабочих, специалистов и руководителей. И кадровый вопрос в ближайшие годы будет становиться только острее. Соответственно, в высшей школе происходит переход от плана выпуска специалистов по номенклатуре и количеству, согласно госзаказу, к удовлетворению требований народного хозяйства. При этом происходят изменения в характере рабочей силы: однотипность и взаимозаменяемость работников уступает место типу работника, у которого сформированы «нечеткие» границы профессий, при которых утрачивается идентификация традиционных видов труда, разрушается замкнутость профессиональных каст, происходит «глобализация» профессий.

Реализуя свои социально-экономические потребности вуз, как участник интегративного взаимодействия, повышает свою конкурентоспособность на рынке образовательных услуг, получает альтернативные источники финансирования своей образовательной и научной деятельности. Предприятия бизнес-сообщества, приобретают специалистов, выпущенных учреждениями профессионального образования, с соответствующими практическими и теоретическими знаниями и навыками, развитыми профессиональными качествами,

обладающих высокой работоспособностью, позволяющие обеспечить высокую производительность труда, снизить непроизводственные затраты предприятия на «дообучение» и переподготовку кадров, повысить конкурентоспособность предприятия. Вуз заинтересован в повышении рейтинга, увеличение числа абитуриентов, повышение конкурентоспособности и востребованности вуза. Для работодателя идет снижение затрат на переобучение включающее в себя стоимость обучения курсов повышения квалификации, затраты на простой работы на время обучения сотрудника.

Формирование ФГОС проходит достаточный длинный этап, в котором напрямую не участвуют работодатели. Схема формирования ФГОС представлена на рис. 1. Для работодателей отводится задача формирования профессиональных стандартов, с учетом которых разрабатывают ФГОС, и продолжительность его формирования имеет период около трех лет. Далее еще на их основе формируется или перерабатывается сам стандарт, на что тоже требуется время. Таким образом, выпуск первых студентов по такому сформированному ФГОС с учетом требований работодателей будет примерно через 8-10 лет. Получается, что сейчас выпускаются специалисты с компетенциями, которые требовались около 10 лет назад.

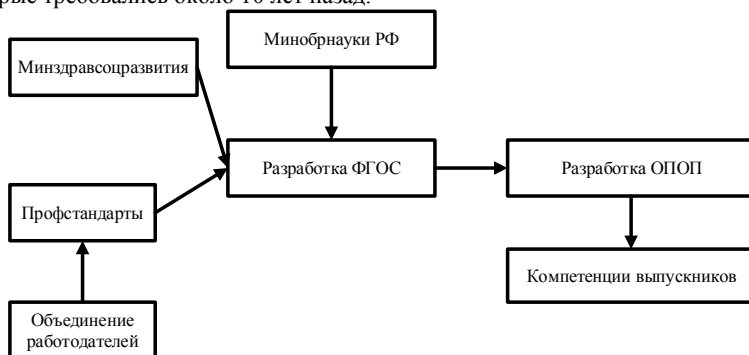


Рис. 1 Схема формирования ФГОС

Ускорить решение данной задачи можно с помощью создания информационной системы формирования динамически изменяющихся образовательных программ вплоть до составления индивидуальных планов обучения, отражающих связь теории с ее конкретным практическим применением, соответствующим профессиональным склонностям будущего бакалавра, специалиста или магистра. Также формирование динамических планов обучения может быть полезно при повышении квалификации работников различных отраслей экономики для овладения недостающими компетенциями.

Процесс формирования динамически изменяющихся образовательных программ можно укрупнено представить следующим образом [1]:

1) сформировать и формализовать требования работодателя к необходимым специалистам;

- 2) разработать профессиональную модель компетенций необходимого работодателю специалиста;
- 3) определить наиболее близкий к разработанной модели по структуре и содержанию базовых компетенций федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования;
- 4) определить структуру недостающих компетенций требуемых специалистов;
- 5) осуществить проектирование (изменение) учебного плана наиболее близкого по компетентностной модели направления обучения;
- 6) осуществить проектирование недостающих для формирования профессиональных компетенций учебных дисциплин и определить их трудоемкость.

В общем случае процедура формирования согласованных требований к компетенциям специалиста состоит из следующих этапов:

- построение бизнес-модели процессов производства;
- определение ключевых компетенций специалиста;
- согласование требований с ФГОС;
- анализ и формирование иерархической структуры требований;
- согласование набора требований между заинтересованными сторонами;
- формирование обучающей последовательности в виде учебной программы;
- объектный анализ возможности реализации учебных программ.

Профессиональные стандарты уже разработаны для ряда сфер деятельности и в планах внедрить их еще для 800 профессий [2]. Одной из проблем, возникающей при подборе специалистов работодателем, становится несоответствие квалификационных требований, прописанных в таких стандартах, или требований должностных инструкций (если стандарт еще не разработан) тем компетенциям, которые прописаны в стандартах обучения. Поэтому первой задачей для достижения согласования является формирование тезауруса предметной области, построение и использование механизма определения необходимых компетентностей. Такой тезаурус может быть сформирован в виде онтологической базы данных и, в дальнейшем, на основе построенной онтологии вырабатываются общие требования [3]. Разработанная онтология легла в основу созданной АИС, позволяющей подобрать наиболее близкий к выдвинутым требованиям работодателем по структуре и содержанию базовых компетенций федеральный государственный стандарт высшего профессионального образования

Работодатель в АИС формирует требования на основе ФГОС и профессионального стандарта. Данные требования могут быть уточнены по просьбе ВУЗа. На основе уточненных требований подбирается ФГОС. И работодателю выводится список наиболее подходящих направлений подготовки и указывается процент удовлетворенности требований. На Рис представлена диаграмма прецедентов, иллюстрирующая работу прецедента «Формирование требований работодателя».

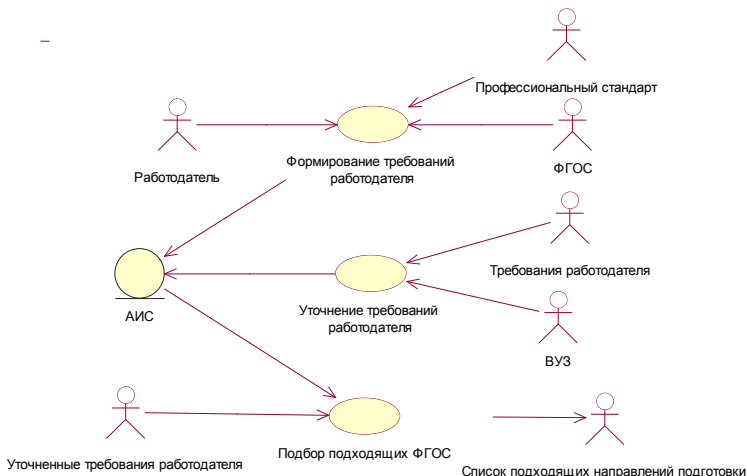


Рис. 2. Диаграмма прецедентов «Формирование требований работодателя»

Формирование требований работодателя происходит в несколько этапов. Вначале работодатель выбирает профессию из профессиональных стандартов, если такого нет, то работодатель вводит профессию сам (рис. 3).

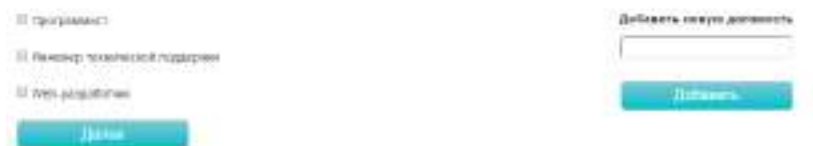


Рис. 3. Добавление специальности

Далее работодатель определяет требуемые компетенции на основе профессионального стандарта (рис. 4). Последним этапом производится добавление дополнительных компетенций, связанных с требованиями определенного работодателя. На основе пересечения множеств компетенций специалиста и множеств компетенций ФГОС третьего поколения подбирается направление подготовки специалиста, минимально отличается от компетенций, формируемым ФГОС третьего поколения по какому-либо направлению.

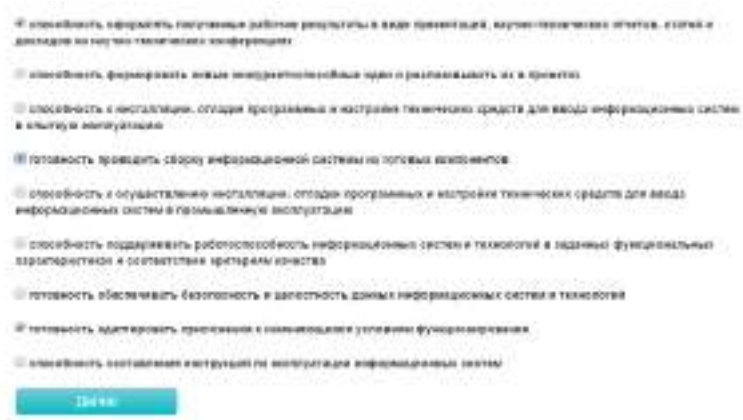


Рис. 4. Выбор компетенций

Остается еще множество неудовлетворенных компетенций (рис.5) (которые не покрываются в настоящий момент ФГОС), формирование которых происходит с помощью заполнения вариативной части образовательной программы, состоящей из национально-регионального компонента (НРК) и дисциплин по выбору студентов (ДВС). Другой вариант: их можно сформировать в рамках дополнительного образования.

Наименование	Проект удельной нагрузки	Неудовлетворенные компетенции
230408	07-10702020202	<ul style="list-style-type: none"> способность проводить выбор исходных данных для проектирования способность проводить моделирование процессов и систем способность проводить расчет оптимальных условий безопасной жизнедеятельности готовность участвовать в работе по докладу и отчету на информационном семинаре в виде электронного и эксплуатационного информационных систем способность использовать технические разработки объектов профессиональной деятельности в различных областях способность участвовать в установке и отладке экстремальных исследований способность оформлять полученные рабочие результаты в виде презентаций, аудио-презентаций, отчетов, статей и докладов на научно-технических конференциях способность обеспечивать безопасность и целостность данных информационных систем и технологий
230408	07-10702020202	<ul style="list-style-type: none"> разрабатывать компоненты программного обеспечения и базу данных, использовать готовые инструменты и средства и технологии программирования участвовать в настройке и наладке программного-аппаратных комплексов настраивать программное и аппаратное обеспечение для информационных и автоматизированных систем

Рис. 5. Неудовлетворенные компетенции

Следующим шагом решения данной проблемы является определение дисциплин, которые удовлетворяют весь набор необходимых компетенций специалиста в рамках предъявляемых требований. Для проектирования либо изменения учебного плана наиболее близкого по компетентностной модели направ-

ления обучения квалификационных требований декомпозируются до уровня компетенций и, в дальнейшем, до уровня дисциплин. На основе выполненной декомпозиции проектируется матрица соответствия компетенций и формирующих их составных частей образовательной программы (дисциплины, учебные блоки) на основе которой в дальнейшем формируется учебный план.

Для разработки комплекса учебно-методического обеспечения для добавляемых или изменяемых дисциплин на основе интеграции и преемственности образовательных уровней будем применять объектный подход. При объектном подходе учебный материал разбивается на отдельные порции – учебные объекты, каждый из которых может многократно использоваться как в отдельности, так и во взаимодействии с другими объектами на платформах, поддерживающих единые международные технологические стандарты. При этом появляется возможность одинаковой интерпретации объектов, композиции (агрегирования) сложных объектов из совокупности отдельных объектов, включения объектов в логически упорядоченные последовательности элементов учебного материала. Рациональной формой представления образовательной программы является сетевая структура, элементами которой являются дидактические единицы, а дугами – требования к сформированности определенных компетенций на заданном уровне. Такая сетевая структура позволит выбрать рациональную последовательность изучения дидактических единиц и наглядно представить требования по формированию на её базе соответствующих компетенций. Для ее хранения используются Хранилища учебных объектов [4].

Использование такой информационной системы дает возможность оптимизации учебного процесса: построения гибких, персонифицированных технологий обучения, принципиального улучшения качества образования путем органичного встраивания в образовательные процессы системы мониторинга, анализа получаемых компетенций и адаптивной коррекции учебного процесса. Кроме этого, формализация образовательных модулей и образовательных маршрутов позволяет оценить и уже существующие образовательные программы с точки зрения того, какие из формируемых компетенций оказываются востребованными на рынке труда, насколько компетенции, сформированные на начальных курсах, оказываются востребованными и закрепленными на следующих этапах обучения.

Библиографический список

1. *Мартынов В.В., Тихонова А.А., Филосова Е.И., Черкасов Д.В.* Модель формирования динамических образовательных программ подготовки специалистов по требованиям работодателя. Инновации на основе информационных и коммуникационных технологий (ИНФО-2013): Материалы Международной научно-практической конференции, Сочи, 1-10.10.2013. – С. 77-79.
2. *Профессиональные стандарты в области информационных технологий.* – М.: АП КИТ, 2008. – 616 с.
3. *Мартынов В.В., Филосова Е.И., Филосова В.К.* Применение онтологий в задаче составления учебных планов по требованиям работодателей Информационные технологии. Проблемы и решения: материалы международной

научно-практической конференции. Том 1. – Уфа: Изд-во «Восточная печать», 2015. – С. 242-246.

4. *Лехмус М.Ю.* Информационные ресурсы образовательной среды. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015) : сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 2 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2015. – С. 43-46.

© *Мартынов В.В., Филосова Е.И., Плотникова В.К., 2016*

УДК: 519.872.2, 519.872.5

ББК: 22.171

А.И. Мартышкин*

**Мартышкин Алексей Иванович, к.т.н., доцент*

Пензенский государственный технологический университет (ПензГТУ), г. Пенза.

Alexey314@yandex.ru

Математическое моделирование подсистемы памяти мультипроцессоров с буферным устройством с распределенными очередями на основе открытых сетей массового обслуживания

Ключевые слова: математическая модель, система массового обслуживания, буферное устройство, производительность, многопроцессорная система.

В данной статье проводится исследование математических моделей подсистем памяти многопроцессорных систем с буферным устройством с распределенными очередями. Приводятся результаты моделирования. Даются выводы по работе.

В современных многопроцессорных вычислительных системах весьма широко применяется память с архитектурой UMA [1, 2], но её использование ограничивает наращиваемость процессорных узлов из-за возникновения конфликтных простоев запрашивающих процессоров, что в большой степени снижает производительность вычислительной системы. В работах [3, 4, 5] проводятся исследования проблем подсистемы «процессор-память». Здесь более подробно осветим вопросы исследования моделей подсистем памяти многопроцессорных систем с буферным устройством с распределенными очередями. В качестве исследуемой модели возьмем схему многопроцессорной системы с буферным устройством [6, 7, 8].

Интенсивность потока заявок на входе сети определяется суммарным потоком заявок процессоров $\lambda_i = \alpha_i +$ транзакции, обеспечивающие кэш-когерентность. Заявка, поступившая в СМО S_i и заставшая его занятым, становится в очередь, причем $\lambda_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i$. Заявка, обслуженная в СМО S_i , с вероятностью p_{ij} поступает на обслуживание в одну из СМО S_j ($j=2, \dots, m+1$). Получив полное обслуживание, заявка покидает сеть с вероятностью p_{i0} [9, 10].

Структура модели МПС с архитектурой UMA с «интеллектуальным» [11] буферным устройством [12] с разными очередями на запись и чтение и её граф передач показаны на рис. 1. Источником заявок являются процессоры (S_0), генерирующие потоки транзакций чтения, записи в память [13, 14]. В качестве обслуживающих приборов выступают общая шина (S_1), буферное устройство (буфер записи (S_2) и буфер чтения (S_3)) и общая память (S_4).

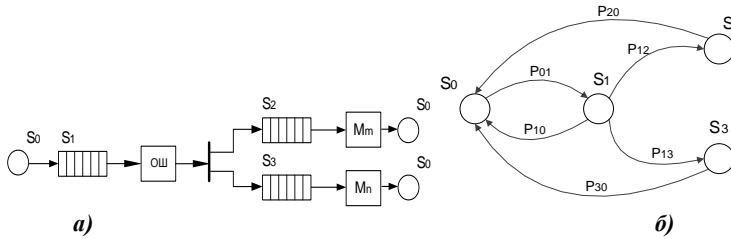


Рис. 1 – Структура модели МПС с архитектурой памяти UMA с буферным устройством с разными очередями на запись и на чтение (а) и граф передач стохастической сети (б)

Анализ влияния числа процессорных узлов на реальную пропускную способность подсистемы «процессор-память» с архитектурой памяти UMA с буферным устройством с разными очередями на запись и чтение.

Исходные данные: число обслуживающих каналов (модулей ОП) в СМО $K = 4$; число источников нагрузки (процессоров) $M_{ин} = 2-17$; время обслуживания заявок одним каналом (модулем ОП) $\nu=37,5$ нс; интенсивность потока запросов $\lambda=0,028$ запроса/нс.

При $M_{цп}=2-9$ в исследуемой системе длина очереди $l < 0,1$ (от 0,0001 до 0,0974 заявок), время ожидания в очереди – от 0,0099 до 2,6166 нс.

При $M_{цп}=10$ число заявок в очереди достигает 0,1609 заявки, время ожидания в очереди увеличивается до 3,8888 нс, время ответа памяти равно 88,8888, что в 1,046 раза превышает значение при $M=2$.



Рис. 2 – Влияние числа модулей памяти на латентность при одной и двух очередях обращения к памяти

Анализ влияния числа модулей памяти на реальную пропускную способность подсистемы «процессор-память» с архитектурой памяти UMA с буферным устройством

Исходные данные: число обслуживающих каналов (модулей ОП) в СМО $K=1-8$; число источников нагрузки (процессоров) $M=4$; время обслуживания заявок одним каналом (модулем ОП) $\nu=37,5$ нс; интенсивность потока запросов $\lambda=0,028$ запроса/нс.

Моделирование показало, что среднее число занятых каналов β для данной системы при заданной интенсивности потока задач составляет 0,9420, т.е. не превышает 1. Среднее число заявок в системе при $K>2$ также не превышает 1.

Таким образом, оптимальное число модулей памяти 3-5.

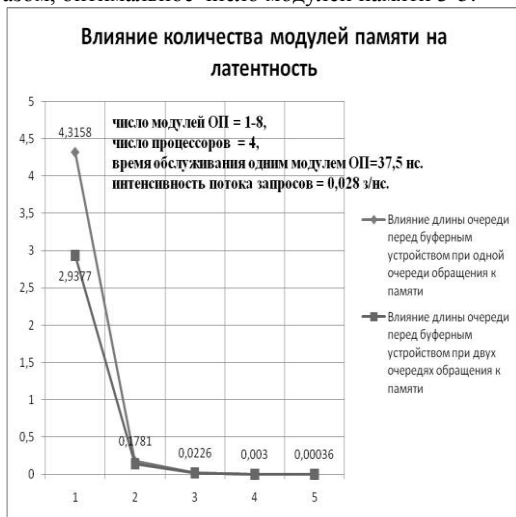


Рис. 3 – влияние модулей памяти на латентность при одной и двух очередях обращения к памяти

Предложенные модели были применены для получения сравнительных характеристик четырехпроцессорных систем с общей шиной (ОШ) и архитектурой памяти типа UMA с буферным устройством памяти с разными очередями от буфера записи и буфера чтения. Моделирование производилось с помощью программ [15, 16]. Исходные данные были получены для архитектур, в которых использовались процессоры Pentium 4 с тактовой частотой 2800 МГц, модули памяти DDR PC-3200 400 МГц DDR, (время такта - 5 нс) и шина QDR 800МГц (QDR, время такта – 5 нс, цикл шины – 2,5 нс).

Время обращения к памяти рассчитывалась на основе ее таймингов и статистических данных о шансах возникновения разных режимов доступа. Это время составило 37,5 нс.

В результате моделирования были получены значения, представленные в таблицах, приведенных выше. Во всех вариантах «узким местом» являлась общая шина. По результатам расчетов можно сделать выводы и предложить вполне конкретные решения по увеличению производительности МПС.

По результатам проведенного исследования можно сделать следующие выводы.

В МПС архитектуры UMA при функционировании в многозадачном режиме поток заявок непрерывное возрастает, что объясняет большее число обслуженных заявок. При этом латентность памяти данной системы ниже, чем при однозадачном режиме. Это объясняется тем, что ПУ не ожидая ответа памяти делают новый запрос. При этом жизнеспособность системы выше, поскольку даже при высоком потоке заявок система не перегружена в отличие от первой, где подсистема памяти не справляется с высокой интенсивностью запросов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (Проект № 16-07-00012 А).

Библиографический список

1. *Мартышкин А.И.* Исследование подсистем памяти с буферизацией транзакций на моделях массового обслуживания [Текст] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2011. – № 3. – С. 124-131.
2. *Мартышкин А.И.* Разработка и исследование разомкнутых моделей подсистемы «процессор-память» многопроцессорных вычислительных систем архитектур UMA и NUMA [Текст] // Вестник РГРТУ. – 2015. – № 54. – Ч. 1. – С. 121-126.
3. *Печерский С.В., Печерская Н.С.* Особенности построения узла доступа к телематическим услугам связи в вузе [Текст] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 3 (19). – С. 196-199.
4. *Курносое В.Е., Андреева Т.В.* Программный комплекс исследования динамики пластинчатых конструкций электронной аппаратуры в широком частотном диапазоне на основе дискретно-непрерывной модели. [Текст] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2013. – № 10 (14). – С. 215-221.
5. *Сальников И.И.* Методы и алгоритмы сегментации бинарных изображений на основе построчного анализа [Текст] // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2014. – № 3 (19). – С. 208.
6. *Мартышкин А.И.* Разработка аппаратного буферного устройства памяти многопроцессорной системы [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-3. – С. 485-489.
7. *Воронцов А.А.* Исследование оптимального значения результирующей напряженности магнитного поля в двухкоординатных магнитострикционных наклонмерах с использованием сплошных постоянных магнитов [Текст] / Ю.Н. Слесарев, А.А. Воронцов, В.А. Володин, Р.В. Шабнов// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. - Тольятти, Поволжский государственный университет сервиса, 2013. № 3. С. 299-305.

8. *Мартышкин А.И.* Математическое моделирование аппаратного буфера памяти многопроцессорной системы [Текст] // в сборнике: Опτικο-электронные приборы и устройства в системах распознавания образов, обработки изображений и символьной информации. Распознавание-2015 сборник материалов XII Международной научно-технической конференции, 2015. – С. 247-249.

9. *Бершадская Е.Г.* Моделирование. Модели систем и методы принятия решений: учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. – 144 с.

10. *Бершадская Е.Г.* Анализ технологий поддержки научных исследований. [Текст] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. Пенза: ПензГТУ, 2015. № 3 (25). С. 11-17.

11. *Сальников И.И.* Критерии отнесения устройств и систем обработки информации к интеллектуальным [Текст] // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, – 2012. – № 1 (5). – С. 11-15.

12. *Мартышкин А.И.* Реализация аппаратного буфера памяти многопроцессорной системы [Текст] // в сборнике: Новые информационные технологии и системы сборник статей XII Международной научно-технической конференции. 2015. – С. 96-99.

13. *Мартышкин А.И.* Исследование алгоритмов планирования процессов в системах реального времени [Текст] // в сборнике Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов сборник статей XIII Всероссийской научно-технической конференции. Под ред. И.И. Сальникова. Пенза, 2015. – С. 118-124.

14. *Воронцов А.А.* Анализ распределения и моделирование магнитных полей двухкоординатных магнитострикционных наклономеров [Текст] /Ю.Н. Слесарев, А.А. Воронцов, Т.В. Дарченко, В.А. Володин// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. - Тольятти, Поволжский государственный университет сервиса, 2013. № 3. С. 306-310.

15. *Курносоев В.Е., Андреева Т.В.* Учебно-научный программный комплекс решения задач анализа и синтеза конструкций [Текст] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, – 2015, – №3(25). – С. 202-209.

16. *Мартышкин А.И.* Комплекс программ для определения характеристик диспетчеров задач многопроцессорных систем с использованием приоритетных стохастических сетей массового обслуживания [Текст] / Р.А. Бикташев, А.И. Мартышкин, Н.Г. Востоков // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-1. – С. 13-20.

© *Мартышкин А.И.*, 2016

УДК: 519.872.2, 519.872.5

ББК: 22.171

А.И. Мартышкин*

**Мартышкин Алексей Иванович, к.т.н., доцент*

Пензенский государственный технологический университет (ПензГТУ), г. Пенза.

Alexey314@yandex.ru

Е.А. Карасева*

**Карасева Елена Александровна, магистрант*

Пензенский государственный технологический университет (ПензГТУ), г. Пенза.

Elena280190@yandex.ru

Исследование математических моделей для анализа многопроцессорных систем с архитектурами памяти numa и coma

Ключевые слова: аналитическая модель, система массового обслуживания, архитектура памяти, многопроцессорная система, оценка характеристик вычислительной системы.

В данной статье исследуются математические модели многопроцессорных систем с различными архитектурами памяти. Приводятся результаты моделирования в виде числовых значений и в виде графиков. Даются выводы по проделанной работе.

Компьютеры, такие как *BBN Butterfly* и *RP3 IBM* используют архитектуру с распределенной разделяемой памятью, известной как неоднородная архитектура памяти (*NUMA*). Каждый процессорный узел содержит часть совместно используемой памяти, таким образом, время доступа к различным частям разделенного адресного пространства может изменяться. В *NUMA* часто имеются рабочие сети, помимо единой шины, и задержка сети к различным узлам может изменяться. Ранее у *NUMA* не было когерентных КЭШей и проблем поддержания когерентности. Сегодня, появилась необходимость в кэш когерентной памяти *NUMA*. Однако если объем запрашиваемых удаленных данных значительно превышает вместимость кэш-памяти, постоянно будут происходить кэш-промахи, что негативно скажется на производительности. Достаточно высокую производительность имеют *UMA*-машины, но число процессоров в них невелико, к тому же, они довольно дороги [1, 2, 3].

Существует мультипроцессор, в котором все эти проблемы решаются за счет использования основной памяти каждого процессора в качестве кэш-памяти. Такая система называется *COMA*. В архитектуре (*COMA*), организация памяти аналогична *NUMA* в том, что каждый процессор имеет часть адресного пространства. Однако разбиение данных между памятью не должно быть статическим, так как вся распределенная память организована в виде больших КЭШей. Задача такой памяти двоякая. Помимо того, что есть большой кэш для процессора, он может также содержать некоторые данные из общего адресного пространства, к которым процессор никогда не получит доступ – дру-

гими словами, это кэш и виртуальная часть разделенной памяти. Эта промежуточная форма памяти – притягивающая память (*attraction memory*). Протокол когерентности записывает данные, используемые процессором в его притягивающую память. Сопоставимые кэш-строки, перемещенные в соответствии с протоколом, называются пунктами. При обращении к памяти, виртуальный адрес преобразуется в идентификатор пункта. Пространство идентификатора пункта логически же такое, как и физическое адресное пространство типичных машин, но нет постоянного соответствия между идентификатором пункта и размещением физической памяти. Вместо этого, идентификатор пункта соответствует месту в притягивающей памяти, чьи теги (признаки) соответствуют идентификатору пункта [4, 5].

Архитектура СОМА предоставляет программную модель, идентичную той, что используется в архитектурах с разделяемой памятью, но она не требует статического распределения, и память работает более эффективно [6, 7]. Запуск оптимизированной NUMA программы на СОМА приводит к NUMA-подобному поведению, так как рабочие пространства разных процессоров перемещаются в их притягивающую память. Чтобы избежать увеличения стоимости памяти, модули притягивающей памяти должны быть реализованы из обычных компонентов памяти. Время доступа к притягивающей памяти в СОМА сопоставимо со временем доступа к памяти в кэш-когерентной NUMA. На рис. 1 показана структура архитектуры СОМА и NUMA.

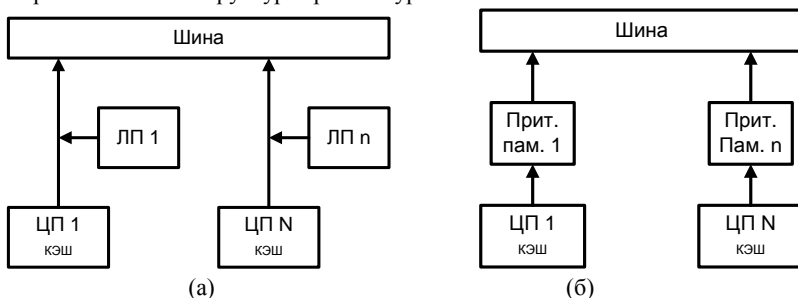


Рис. 1 – Структура архитектур многопроцессорных систем с разделяемой памятью: (а) неоднородный доступ к памяти (NUMA), (б) доступ только к кэш-памяти (СОМА).

Упрощенно представим функционирование многопроцессорной системы на некотором интервале времени следующим образом: система содержит M процессоров, каждый из которых формирует запросы в память. Обслуживание запросов выполняется совокупностью из K однотипных модулей памяти, рассматриваемых без детализации их внутренней структуры. Обслуживание происходит в порядке поступления заявок, причем все ресурсы канала обслуживания полностью монополизируются назначенной на обслуживание заявкой до конца ее обслуживания. Заявка, заставшая все каналы обслуживания занятыми, устанавливается в очередь.

Время обращения к памяти рассчитывалась на основе ее таймингов и статистических данных о шансах возникновения разных режимов доступа. В расчетах учитывались задержки, возникающие при передаче адреса и данных по межпроцессорной шине. В результате было получено среднее время обработки запроса в память для однопроцессорной системы. Это время составило 37,5 нс.

Однако реальное время обращения процессора к памяти в многопроцессорных системах возрастает из-за очередей, которые возникают в результате одновременного запроса общей памяти несколькими процессорами, что, конечно же, снижает эквивалентную производительность отдельного процессора, а также всей системы в целом.

В приведенном примере анализируется, как влияет архитектура МПС на её пропускную способность. Очевидно, что частота запросов в память зависит от архитектуры процессора, включенного в состав мультипроцессора, его тактовой частоты, числа процессоров в системе, объема кэш-памяти процессорного узла, а также эффективности алгоритма поддержания кэш-когерентности. За исходную систему была принята четырехпроцессорная архитектура мультипроцессора, в процессорных узлах которой на всех уровнях содержится 512 Кб КЭШ. В соответствие со статистикой в такой КЭШ попадает до 90% запросов. Считается, что запрос памяти происходит в каждом процессорном такте, поэтому поток заявок в память от процессора частотой 2 ГГц принят равным 0,02 запроса/нс [8, 9].

Считается, что память имеет единое адресное пространство, причём контроллеры памяти содержат в своем составе буферные регистры для хранения данных, записываемых в память или читаемых из памяти, имеющие объем, достаточный для того, чтобы заявки не получали отказ в обслуживании

Исходные данные: число обслуживающих каналов (модулей ОП) в СМО $K = 4$, число источников нагрузки (процессоров) $M = 4$, интенсивность обслуживания заявок одним каналом (модулем ОП) $\mu = 0,027$ заявок/нс.

Результаты расчетов приведены в табл. 1.

Таблица 1.

Расчёты параметров сравниваемых многопроцессорных систем

Λ	Время выполнения запроса, (нс) <i>NUMA</i>	Время выполнения запроса, (нс) <i>COMA</i>	Время выполнения одной команды, (нс) <i>NUMA</i>	Время выполнения одной команды, (нс) <i>COMA</i>	Загрузка шины, % <i>NU</i> <i>MA</i>	Загрузка шины, % <i>COMA</i>
0,01	71	76	12	31	12	8
0,02	74	78	24	32	24	16
0,03	78	81	38	34	36	24
0,04	83	84	53	35	48	32
0,05	91	89	69	37	60	40
0,06	105	96	87	39	72	48
0,07	139	107	107	41	84	56
0,08	366	128	128	43	96	64

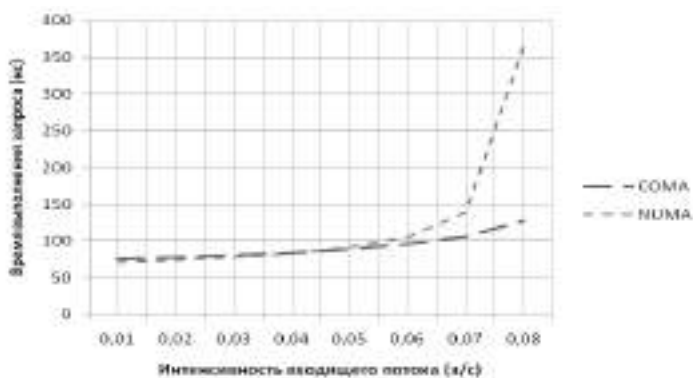


Рис. 2 – Зависимость времени выполнения запроса в память от интенсивности входящего потока заявок для архитектур NUMA и COMA

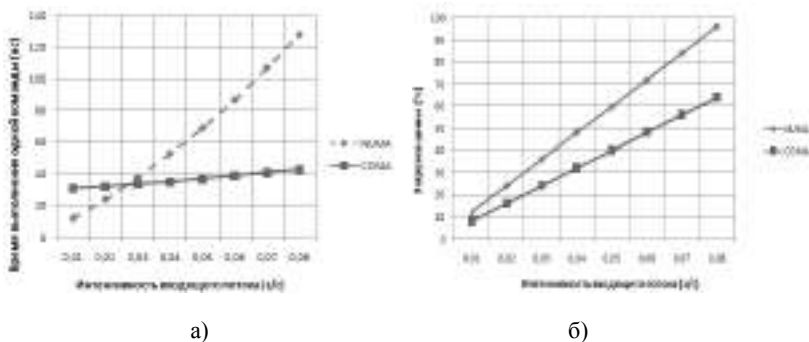


Рис.3 – Зависимость (а) времени выполнения одной команды и (б) загрузки шины от интенсивности входящего потока заявок для архитектур NUMA и COMA

При моделировании были проанализированы варианты работы мультипроцессорной системы с архитектурой NUMA и COMA. В результате моделирования были получены значения и построены графики, представленные выше. Во всех вариантах «узким местом» являлась общая шина. По результатам расчетов можно сделать выводы и предложить вполне конкретные решения по увеличению производительности МПС. На основании предложенных в работе моделей разработаны и исследованы стохастические сетевые модели для получения сравнительных характеристик четырехпроцессорных систем с архитектурой памяти NUMA и COMA.

Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания высшим учебным заведениям (проект № 2398).

Библиографический список

1. *Мартышкин А.И.* Исследование подсистем памяти с буферизацией транзакций на моделях массового обслуживания [Текст] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2011. – № 3. – С. 124-131.
2. *Мартышкин А.И.* Разработка и исследование разомкнутых моделей подсистемы «процессор-память» многопроцессорных вычислительных систем архитектур UMA и NUMA [Текст] // Вестник РГРТУ. – 2015. – № 54. – Ч. 1. – С. 121-126.
3. *Martyshkin A.I., Yasarevskaya O.N.* Mathematical modeling of Task Managers for Multiprocessor systems on the basis of open-loop queuing networks [Текст] // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2015. – V. 10. – N. 16. – P. 6744-6749.
4. *Воронцов А.А.* Исследование оптимального значения результирующей напряженности магнитного поля в двухкоординатных магнитоотрицательных наклонных с использованием кольцевых постоянных магнитов [Текст] / Ю.Н. Слесарев, А.А. Воронцов, Р.В. Шабнов, И.В. Шувалова// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. – Тольятти, Поволжский государственный университет сервиса, 2013. № 3. С. 316-322.
5. *Воронцов А.А.* Исследование оптимального значения результирующей напряженности магнитного поля в двухкоординатных магнитоотрицательных наклонных с использованием сплошных постоянных магнитов [Текст] / Ю.Н. Слесарев, А.А. Воронцов, В.А. Володин, Р.В. Шабнов// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. – Тольятти, Поволжский государственный университет сервиса, 2013. № 3. С. 299-305.
6. *Мартышкин А.И.* Исследование алгоритмов планирования процессов в системах реального времени [Текст] // в сборнике Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов сборник статей XIII Всероссийской научно-технической конференции. Под ред. И.И. Сальникова. Пенза, 2015. – С. 118-124.
7. *Мартышкин А.И., Карасева Е.А.* Математические модели для качественной оценки производительности семафоров многопроцессорных вычислительных систем [Текст] // Инновации в науке. – 2015. – №50 – С. 40-45.
8. *Мартышкин А.И.* Разработка аппаратного буферного устройства памяти многопроцессорной системы [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-3. – С. 485-489.
9. *Мартышкин А.И.* Реализация аппаратного буфера памяти многопроцессорной системы [Текст] // в сборнике: Новые информационные технологии и системы сборник статей XII Международной научно-технической конференции. 2015. – С. 96-99.

© *Мартышкин А.И., Карасева Е.А., 2016*

УДК: 519.872.2, 519.872.5

ББК: 22.171

А.И. Мартышкин*

**Мартышкин Алексей Иванович, к.т.н., доцент*

Пензенский государственный технологический университет (ПензГТУ), г. Пенза.

Alexey314@yandex.ru

Д.С. Мартенс-Атюшев*

**Мартенс-Атюшев Дмитрий Сергеевич, магистрант*

Пензенский государственный технологический университет (ПензГТУ), г. Пенза.

Novoselich93@mail.ru

Математическое моделирование подсистемы памяти мультипроцессоров с буферным устройством с единой очередью на основе открытых сетей массового обслуживания

Ключевые слова: математическая модель, система массового обслуживания, архитектура памяти, многопроцессорная система, оценка вероятностно-временных характеристик многопроцессорной системы.

В данной статье проводится исследование математических моделей подсистем памяти многопроцессорных систем с буферным устройством с единой очередью. Приводятся результаты моделирования. Даются выводы по работе.

В многопроцессорных системах очень широко применяется память с архитектурой *UMA* [1, 2, 3], но её использование ограничивает наращиваемость процессорных узлов из-за возникновения конфликтных простоев запрашивающих процессоров, что в большой степени снижает производительность вычислительной системы. Известно, что память по сравнению с процессором, работает медленнее из-за возникающих временных задержек, приходящихся на процессы физической записи и физического чтения данных. Проблема решается применением памяти типа *NUMA*, чем обеспечивается приемлемая масштабируемость, но требует значительных дополнительных аппаратных затрат в процессорных узлах. Альтернативным решением является использование памяти *UMA*, разделенной на множество независимых блоков, однако её применение ограничивается пропускной способностью межпроцессорной шины [4, 5].

Известно, что межпроцессорная шина менее производительная, чем локальная. Она выступает посредником между процессорами и памятью. При непрерывном выполнении операции (транзакции) записи или чтения памяти шиной монополично владеет один из процессоров системы до тех пор, пока операция не будет завершена [6]. Таким образом, шина и процессоры находятся в режиме ожидания до тех пор, пока память не произведет физическую процедуру чтения или записи. В результате теряются циклы шины, которые могли быть использованы другими процессорами. Кроме того, при доступе к шине множества процессоров, необходимо производить процедуру арбитража. Эти обстоятельства снижают реальную пропускную спо-

способность межпроцессорной шины и вносят дополнительные задержки в вычислительные процессы [7, 8]. Для уменьшения временных потерь и повышения пропускной способности шины необходимо, чтобы она поддерживала режимы расщепления транзакций чтения и буферизации транзакций записи [9, 10].

Блок памяти является «интеллектуальным устройством» [11] и должен быть снабжен двумя буферами для хранения транзакций чтения и записи. В свою очередь буфер чтения имеет две части. Первая содержит регистры для хранения адреса ячейки памяти, в которую производится обращение, вторая – регистры для хранения выбранных из памяти данных. Буфер записи также состоит из двух частей. В первой хранятся адреса ячейки памяти, в которую производится обращение, во второй хранятся записываемые данные. Структурная схема многопроцессорной системы с буферным устройством (контроллером памяти) при выполнении запросов процессоров в память показана на рис. 1.

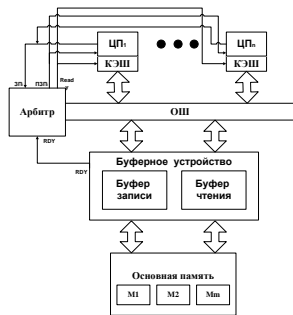


Рис. 1 – Структура многопроцессорной системы с буферным устройством памяти.

Интенсивность потока заявок на входе сети определяется суммарным потоком заявок процессоров $\lambda_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i$ + транзакции, обеспечивающие кэш-когерентность. Заявка, поступившая в СМО S_i и заставшая его занятым, становится в очередь, причем $\lambda_0 = \sum_{i=1}^n \lambda_i$. Заявка, обслуженная в СМО S_i , с

вероятностью p_{ij} поступает на обслуживание в одну из СМО S_j ($j=2, \dots, m+1$). Получив полное обслуживание, заявка покидает сеть с вероятностью p_{i0} .

Структура модели МПС с архитектурой UMA с буфером и её граф передач показаны на рисунке 2. Источником заявок являются процессоры (S_0), генерирующие потоки транзакций чтения, записи в память. В качестве обслуживающих приборов выступают общая шина (S_1), буферное устройство (буфер записи (S_2) и буфер чтения (S_3)) и общая память (S_4). Поток заявок, α_i моделируют транзакции обращения i -го процессора через буферное устройство к глобальной (удаленной) памяти. Процесс выполнения заявок из потока α_i проходит три фазы обслуживания транзакций записи: общей шиной S_1 , буферным устройством и одним из модулей памяти S_j ($j=2, \dots, m+1$). Для транзакций

чтения пять фаз обслуживания: общей шиной, буферного устройства, общей памятью, буферного устройства и снова общей шиной. Все входящие в СМО потоки считаются простейшими, а времена обслуживания распределенными по экспоненциальному закону [12]. Моделирование производилось с помощью программы расчета стохастических сетей массового обслуживания [13].

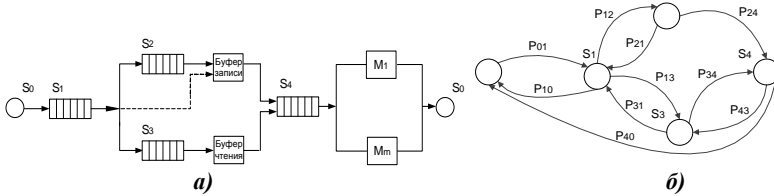


Рис. 2. – Структура модели МПС с архитектурой памяти UMA с буферным устройством (а) и граф передач стохастической сети (б)

Анализ влияния числа процессорных узлов на реальную пропускную способность подсистемы «процессор-память» с архитектурой памяти UMA с буферным устройством.

Исходные данные: число обслуживающих каналов (модулей ОП) в СМО $K=4$; число источников нагрузки (процессоров) $M_{цп}=2-10$; время обслуживания заявок одним каналом (модулем ОП) $v=37,5$ нс; интенсивность потока запросов $\lambda=0,028$ запроса/нс.

При $M_{цп}=2-8$ в исследуемой системе длина очереди $l < 0,1$ (от 0.00011 до 0.07492 заявок), время ожидания в очереди – от 0.0098 до 1.6774 нс.

При $M_{цп}=8-10$ число заявок в очереди достигает 0.21721 заявки, время ожидания в очереди увеличивается до 3.8904 нс, время ответа памяти равно 41.3904, что в 1,14 раза превышает значение при $M=2$.



Рис. 3 – Влияние числа ЦП на латентность памяти при одной и двух очередях к памяти

Анализ влияния числа модулей памяти на реальную пропускную способность подсистемы «процессор-память» с архитектурой памяти UMA с буферным устройством.

Исходные данные: число обслуживающих каналов (модулей ОП) в СМО $K=1-8$; число источников нагрузки (процессоров) $M=4$; время обслуживания заявок одним каналом (модулем ОП) $\nu=37,5$ нс; интенсивность потока запросов $\lambda=0,028$ запроса/нс.

Исходя из результатов моделирования, среднее число занятых каналов β для данной системы при заданной интенсивности потока задач составляет 0.8374, т.е. не превышает 1. Среднее число заявок в системе при $K>2$ также не превышает 1.

Таким образом, оптимальное число модулей памяти 3-6. Это подтверждается и другими характеристиками, например средней длиной очереди (от 0,0226 при 3 модулях памяти до 0,000039 при 6 модулях памяти), загрузкой модулей памяти (от 0.2791 при 3 модулях до 0.1396 при 6 модулях) и временем ответа памяти (от 38,5134 при 3 модулях до 37,5017 при 6 модулях).



Рис. 4 – Влияние числа ЦП на латентность памяти при одной и двух очередях обращения к памяти

Работа выполнена в рамках базовой части государственного задания высшим учебным заведениям (проект № 2398).

Библиографический список

1. Мартышкин А.И. Исследование подсистем памяти с буферизацией транзакций на моделях массового обслуживания [Текст] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс. – 2011. – № 3. – С. 124-131.
2. Мартышкин А.И. Разработка и исследование разомкнутых моделей подсистемы «процессор-память» многопроцессорных вычислительных систем архитектур UMA и NUMA [Текст] // Вестник РГРТУ. – 2015. – № 54. – Ч. 1. – С. 121-126.

3. *Martyshkin A.I., Yasarevskaya O.N.* Mathematical modeling of Task Managers for Multiprocessor systems on the basis of open-loop queuing networks [Текст] // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. – 2015. – V. 10. – N. 16. – P. 6744-6749.
4. *Мартышкин А.И.* Разработка аппаратного буферного устройства памяти многопроцессорной системы [Текст] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 12-3. – С. 485-489.
5. *Мартышкин А.И.* Реализация аппаратного буфера памяти многопроцессорной системы [Текст] // в сборнике: Новые информационные технологии и системы сборник статей XII Международной научно-технической конференции. 2015. – С. 96-99.
6. *Воронцов А.А.* Исследование оптимального значения результирующей напряженности магнитного поля в двухкоординатных магнитострикционных наклонерах с использованием сплошных постоянных магнитов [Текст] / Ю.Н. Слесарев, А.А. Воронцов, В.А. Володин, Р.В. Шабнов// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. - Тольятти, Поволжский государственный университет сервиса, 2013. № 3. С. 299-305.
7. *Курносое В.Е., Андреева Т.В.* Учебно-научный программный комплекс решения задач анализа и синтеза конструкций [Текст] // XXI век: итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, – 2015, – №3(25). – С. 202-209.
8. *Мартышкин А.И.* Исследование алгоритмов планирования процессов в системах реального времени [Текст] // в сборнике Современные методы и средства обработки пространственно-временных сигналов сборник статей XIII Всероссийской научно-технической конференции. Под ред. И.И. Сальникова. Пенза, 2015. – С. 118-124.
9. *Мартышкин А.И.* Реализация аппаратного буфера памяти многопроцессорной системы [Текст] // в сборнике: Новые информационные технологии и системы сборник статей XII Международной научно-технической конференции. 2015. – С. 96-99.
10. *Воронцов А.А.* Анализ распределения и моделирование магнитных полей двухкоординатных магнитострикционных наклонеров [Текст] /Ю.Н. Слесарев, А.А. Воронцов, Т.В. Дарченко, В.А. Володин// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. - Тольятти, Поволжский государственный университет сервиса, 2013. № 3. С. 306-310.
11. *Сальников И.И.* Критерии отнесения устройств и систем обработки информации к интеллектуальным [Текст] // XXI век: Итоги прошлого и проблемы настоящего плюс, – 2012. – № 1 (5). – С. 11-15.
12. *Бершадская Е.Г.* Моделирование. Модели систем и методы принятия решений: учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. технол. акад., 2012. – 144 с.
13. *Мартышкин А.И.* Комплекс программ для определения характеристик диспетчеров задач многопроцессорных систем с использованием приоритетных стохастических сетей массового обслуживания [Текст] / Р.А. Бикташев, А.И. Мартышкин, Н.Г. Востоков // Фундаментальные исследования. – 2013. – № 10-1. – С. 13-20.

УДК 681.3

А.А. Москаленко*

** Москаленко Андрей Александрович, студент*

ФГБОУ ВО «Владивостокский государственный университет экономики и сервиса», г. Владивосток

madmaninthebox@gmail.com

ПОДСЧЁТ ЕДИНИЧНЫХ БИТ НА ЯЗЫКЕ FUNCTION BLOCK DIAGRAM ДЛЯ ПРОГРАММИРУЕМЫХ ЛОГИЧЕСКИХ КОНТРОЛЛЕРОВ

Ключевые слова: язык функциональных блокковых диаграмм, единичный бит, битовая строка, двоичное слово, двухразрядное поле, циклический сдвиг, операция суммирования.

Представлена программная реализация на языке функциональных блокковых диаграмм алгоритма последовательного сдвига и суммирования для решения задачи поиска степени заполнения слова.

Увидев формулировку «подсчёт бит», возможно, некоторые посчитают, что задача, представленная в настоящей статье неактуальна, что прошла эпоха языков низкого уровня, в которых использовались различные битовые операции [1], и что статья опоздала своим появлением на десятилетия. Разумеется, в современных компьютерах для программирования используются высокоуровневые языки, используя которые, программист зачастую не задумывается о «единицах и нулях». Однако в наши дни всё же существуют сферы, где широко применяются языки низкого уровня и битовые операции. Одной из таких сфер является разработка программного обеспечения для программируемых логических контроллеров (ПЛК), применяемых «от интеллектуального пускателя до многофункционального контроллера» [2-5].

В работе приводится пример решения задачи подсчета единичных бит в слове (степени заполнения) на графическом языке стандарта МЭК 61131-3 – Function Block Diagram (FBD) [6, 7], предназначенном для программирования ПЛК. Выбор языка обусловлен его простотой, наглядностью и удобством для прикладных специалистов, не имеющих специальной подготовки в области программирования.

Задача поиска степени заполнения слова заключается в нахождении числа, которое отображает, сколько единиц содержит любое двоичное (например, восьмиразрядное) число. К примеру, для двоичного числа 10110100 таким числом будет являться – 00000100 (четыре), для числа 10001000 – 00000010 (два), и т.д. Для решения этой задачи могут быть предложены различные алгоритмы. Одним из них является алгоритм, основанный на принципе «разделяй и властвуй», который подразумевает разбиение числа на разряды [8]. Так, исходная строка делится на 2-х разрядные поля, и в каждое поле помещается число имевшихся в нем единичных бит. Затем значения, содержащиеся в соседних 2-х разрядных полях, складываются, и результат помещается в 4-х разрядное поле и т.д. Строка, в которой подсчитывается число единичных бит,

находится в первом ряду, в последнем нижнем ряду содержится результат в двоичной системе счисления. Для 8-битного слова задача решается за три этапа ($\log_2(8) = 3$). Пример реализации указанного алгоритма на языке FBD приведен на рисунке 1. Маркерами 1 – 3 отмечены три идентичных фрагмента – этапы программы для подсчета единичных бит.

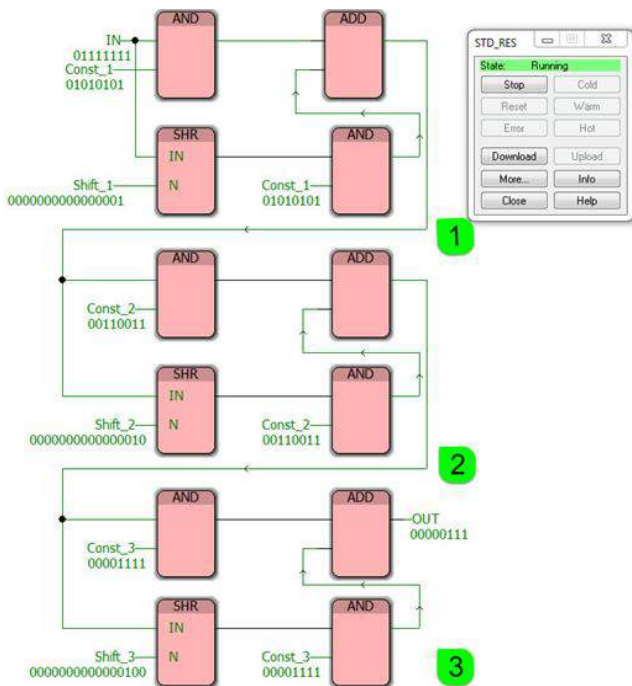


Рис. 1. Решение задачи поиска степени заполнения алгоритмом «разделяй и властвуй»

Авторами статьи предлагается иной алгоритм решения указанной задачи, базирующийся на последовательности операций сдвига в младший разряд для последующего суммирования. Рассмотрим предлагаемый алгоритм на примере. Так, на рисунке 2 показана практическая реализация этого алгоритма средствами языка FBD, где значения переменных *mask* и *N* являются константами и равны 00000001, значение переменной *input* является произвольным и соответствует числу, для которого необходимо посчитать единичные биты.

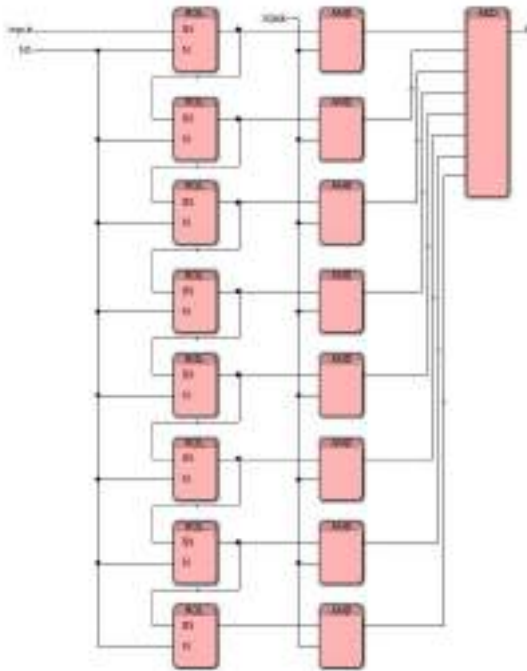


Рис. 2. Решение задачи поиска степени заполнения слова алгоритмом последовательного сдвига и суммирования

Для иллюстрации работы возьмём значение *input*, равное 10110100. После выполнения первой операции циклического сдвига значение поменяется на 01101001. Актуальное число находится в младшем разряде, остальные числа необходимо «обнулить», для этого умножим полученное число на *mask* $01101001 * 00000001 = 00000001$. Полученное число впоследствии будет представлять одно из слагаемых конечной суммы. Снова выполнив сдвиг числа на число *N*, получим 11010010. После умножения на *mask* оно будет равно 00000000 . Так как в младшем разряде числа теперь находится ноль, то второе слагаемое будет равно нулю. Далее операции выполняются аналогично, и после получения всех слагаемых, получаем конечную сумму, которая является искомым числом в двоичном виде. После выполнения всех операций сдвига получим следующие числа: 01101001, 11010010, 10100101, 01001011, 10010110, 00101101, 01011010, 10110100. После выполнения над этими числами операции умножения на *mask* они будут соответственно равны: 00000001 , 00000000 , 00000001 , 00000000 , 00000001 , 00000000 , 00000001 , 00000000 . Сложив эти числа, получим сумму единичных битов изначального числа. Может показаться, что последняя операция циклического сдвига явля-

ется необязательной, так как после её выполнения образуется изначальное число, которое с первого шага можно было бы умножить на *mask*. Да, действительно, возможно поступить иначе, в этом случае алгоритм короче на одну операцию сдвига. Однако алгоритм предполагает указанное действие в целях единообразия, так он выглядит лаконичнее и понятнее.

В заключении необходимо отметить, что, несмотря на то, что предложенный алгоритм не обладает абсолютным превосходством над другими алгоритмами, он, безусловно, обладает определёнными достоинствами. Основным, как уже отмечалось авторами, является простота. Кроме того, этот алгоритм является относительно быстрым и нетребовательным к ресурсам памяти. Всё вышеперечисленное делает его достойным для применения на практике.

Библиографический список

1. Кузьмичев А.Б., Меньшиков С.А. Алгоритм распознавания лица человека по его фотографии // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2014. № 3. С. 159–162.
2. Зайцев М.В. Маленький контроллер для больших задач или программирование и составление программы ПЛК // Автоматизация в промышленности. 2010. – № 12. – С. 15–17.
3. Антипин А.Ф. Об одном способе снижения времени отклика систем интеллектуального управления // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2013. № 3. С. 17-19.
4. Анфалов К.В., Мазуров А.В. Применение методологии нечеткой логики в вопросах маршрутизации // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2014. № 3. С. 25–29.
5. Кузьмичев А.Б., Рудаков В.В. Многопользовательская архитектура информационной системы // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2015. № 5-1. С. 342–345.
6. Седов В.А., Седова Н.А. Задачи булевой алгебры на языке Function block diagram // В сборнике: Информационно-телекоммуникационные системы и технологии Всероссийская научно-практическая конференция. 2015. С. 245.
7. Седова Н.А., Седов В.А. Функции принадлежности нечётких множеств на языке Function Block Diagram // Решение. 2015. Т. 1. С. 249-251.
8. Уоррен Генри С. Алгоритмические трюки для программистов. Пер. с англ. – М. ООО «И.Д. Вильямс», 2014. – 512 с.

© Москаленко А.А., 2016

УДК 629.7.052:512.942.53.088.3

В. П. Напольский*

**Напольский Виктор Петрович, к.т.н., доцент, доцент кафедры электрооборудования (и оптико-электронных систем).*

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)

e-mail: naplv@mail.ru, номер телефона: 8-905-658-00-38

Г.Ю. Напольская*

**Напольская Галина Юрьевна, преподаватель кафедры математики*

ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия имени проф. Н. Е. Жуковского и Ю. А. Гагарина» (г. Воронеж)

e-mail: narg@yandex.ru, номер телефона: 8-980-344-33-48

УЛУЧШЕНИЕ ТОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ПИЛОТАЖНО-НАВИГАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА МЕТОДОМ АДАПТИВНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ С ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПО ОБНОВЛЯЕМОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ

Ключевые слова: пилотажно-навигационный комплекс; адаптивная оптимальная фильтрация; обновляемая последовательность; ковариационная матрица; коэффициент веса.

Рассмотрен метод адаптивной фильтрации с обратной связью по обновляемой последовательности, позволяющий существенно повысить точностные характеристики пилотажно-навигационных комплексов аэродинамических объектов. Данный метод позволяет искусственно создать эффект приспособления к изменяющимся условиям в автоматических системах за счет того, что часть функций по получению, обработке и анализу недостающей информации осуществляется самой системой в процессе ее нормальной эксплуатации.

На борту аэродинамических объектов (АО) в настоящее время для автономного определения пилотажно-навигационных параметров используются инерциальные навигационные системы (ИНС) [1]. Средства коррекции ИНС, основными из которых являются радиосистемы ближней навигации (РСБН) и радиосистемы дальней навигации (РСДН) [2], не устойчивы к воздействиям внешних помех и не обеспечивают автономность функционирования системы. Наши спутниковые навигационные системы в настоящее время не обеспечивают непрерывность информационного сигнала во времени суток [3].

Ошибки определения координат местоположения АО достигают 9 – 14 км за 1 час полета [4], что не позволяет обеспечить их высокую эффективность.

В настоящее время улучшение точностных характеристик пилотажно-навигационного комплекса (ПНК) может производиться как за счет улучшения характеристик отдельных измерителей, так и за счет комплексной оптимальной обработки информации от нескольких навигационных измерителей, работающих на различных физических принципах [5].

Перспективными методами повышения точности определения координат местоположения аэродинамических объектов при автономной работе являются алгоритмические методы при функциональном мультиплексировании измерителей аэрометрических параметров [6].

Функциональное мультиплексирование осуществляется путем использования дополнительных (резервированных) измерителей – блоков чувствительных элементов (БЧЭ), используемых для измерения векторных величин и их пространственным управлением, что позволяет управлять вектором погрешностей.

Для автокомпенсации погрешностей с пространственным управлением БЧЭ осуществляется изменение взаимного положения БЧЭ в пространстве таким образом, чтобы расположить векторы погрешностей измерения в противоположных направлениях [7]. Вектор ошибок можно уменьшить при управлении БЧЭ, изменяя углы их пространственного положения до максимального значения модуля векторов ошибок. С этой целью используется экстремальный закон управления БЧЭ. При управлении используется метод по координатного спуска, при котором определяется направление вектора градиента в начальной точке состояния системы. Данные методы теоретически позволяют повысить точность измерения векторного параметра мультисистемой в 5 – 6 раз в сравнении с используемым в настоящее время методом структурной избыточности с последующим осреднением результатов измерения.

Для оценки потенциальной точности определения пилотажно-навигационных параметров полета и погрешностей элементов инерциальных навигационных систем предлагается использовать адаптивные алгоритмы фильтрации [8]. Применение принципа адаптации позволяет искусственно создать эффект приспособления к изменяющимся условиям в автоматических системах за счет того, что часть функций по получению, обработке и анализу недостающей информации осуществляется самой системой в процессе ее нормальной эксплуатации с помощью адаптивного управляющего устройства.

Структурная схема включения адаптивного оптимального фильтра в ПНК, состоящая из датчиков внешней информации (ДВИ) и инерциальной навигационной системы (ИНС), приведена на рис.1. Согласно схеме видно, что наблюдение Z , формируемое на основе разностных сигналов ДВИ и ИНС, сравнивается с прогнозируемым наблюдением $\hat{Z} = H \hat{X}_{k/k-1}$.

После чего разность $\hat{Z} - H \hat{X}_{k/k-1}$ умножается на оптимальный коэффициент веса:

$$K = P H^T (H P H^T + R_v)^{-1}.$$

Новая оптимальная оценка ошибок ИНС \hat{X}_k получается как сумма предыдущей оценки \hat{X}_{k-1} и приращения оценки ошибок $\Delta \hat{X} = K (Z - H \hat{X}_k)$.

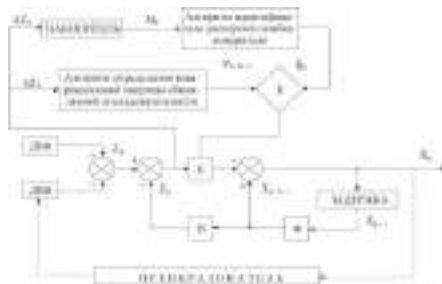


Рис. 1. Структурная схема включения адаптивного оптимального фильтра

Полученная новая оценка ошибок \hat{X}_k используется для коррекции ИНС (см. рис. 1 – пунктирная линия).

Одновременно в стандартных условиях происходит накопление обновляемой последовательности в накопителе, которое используется для идентификации дисперсии ошибок измерителя.

Для коррекции оптимального коэффициента веса K с целью повышения точности оценивания ошибок ИНС X_k предназначена полученная оценка матрицы измерительного шума

$$\hat{R}_v = C_0 - \hat{H} (P' \hat{H}^T). \quad (4)$$

После выполнения данной коррекции работа корреляционного фильтра заканчивается и вступает в работу новый адаптивный фильтр с обратной связью по обновляемой последовательности, который производит коррекцию оптимального коэффициента веса на протяжении всего полета.

При этом оценка вектора состояния \hat{X}_k производится в один такт с проведением измерения, что существенно повышает достоверность и точность получения пилотажно-навигационных параметров полета.

Данное переключение осуществляет ключ (К) по сигналу «Готов», поступающему после завершения оценки матрицы измерительного шума R_v .

Таким образом, метод адаптивной фильтрации с обратной связью по обновляемой последовательности позволяет существенно повысить точностные характеристики пилотажно-навигационных комплексов аэродинамических объектов. Данный метод позволяет искусственно создать эффект приспособления к изменяющимся условиям в автоматических системах за счет того, что часть функций по получению, обработке и анализу недостающей информации осуществляется самой системой в процессе ее нормальной эксплуатации.

Библиографический список

1. *Каракатев В.А.* Автономные инерциальные навигационные системы. Л.: ЛИТМО, 1983. 89 с.

2. *Силкин А.В.* Потенциальная точность определения координат и скорости цели в двухпозиционной РЛС. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2014): сб. статей IV международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2014. С. 220–225.

3. *Александров И.Б.* Космическая радионавигационная система НАВСТАР / Зарубежное военное обозрение. 1995. № 5. С. 52–63.

4. *Шепеть И. П., Напольский В. П.* Метод повышения точности измерения векторных параметров в автономных инерциальных навигационных системах летательных аппаратов // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Технические науки. 2007. N 5. С. 10-11.

5. *Шепеть И.П., Сельвесюк Н.И., Зайцев А.Г.* Повышение точности измерения векторных величин // М.: Радиотехника. 2000. №11.

6. *Напольский В.П., Шепеть И.П., Напольская Г.Ю.* Метод повышения точности измерения векторных параметров в автономных инерциальных навигационных системах аэродинамических объектов // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015): сб. статей V международной научно-технической конференции. Ч2 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВТУС, 2015 г. – 332 с., С. 99 – 112.

7. Пат. 2313067 Российская Федерация, МПК G01C21/12. Способ определения навигационных параметров летательного аппарата и устройство для его осуществления / Напольский В.П., Шепеть И.П., Напольская Г.Ю., Иванов М.Н., заявитель и патентообладатель Напольский В.П., Шепеть И.П., Напольская Г.Ю., Иванов М.Н. – № 2005141093/28. заявл. 27.12.2005, опубл. 20.12.2007, Бюл. № 35 – 10 с. : ил.

8. *Кузовков Н.Т., Салычев О.С.* Инерциальная навигация и оптимальная фильтрация. М.: Машиностроение. 1982, 223 с.

© *Напольский В. П., Напольская Г.Ю., 2016*

УДК 004.9

В.В. Науменко*

**Науменко Виктор Викторович, к.ф.-м.н.*

*Гродненский государственный университет (ГрГУ), г. Гродно, Беларусь.
victornn86@gmail.com*

М.А. Матальцкий*

**Матальцкий Михаил Алексеевич, д.ф.-м.н., профессор*

*Гродненский государственный университет (ГрГУ), г. Гродно, Беларусь
m.matalytski@gmail.com*

О МОДЕЛИРОВАНИИ ПОВЕДЕНИЯ ВИРУСОВ СО СЛУЧАЙНОЙ ЗАДЕРЖКОЙ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ И СЕТЯХ В ПЕРЕХОДНОМ РЕЖИМЕ

Ключевые слова: G-сеть, положительные заявки, отрицательные заявки, случайное время ожидания, высокая нагрузка, вероятности состояний, переходный режим.

Проведено исследование сети массового обслуживания (МО) с положительными и отрицательными заявками. Отрицательные заявки по истечению случайного времени уничтожают положительные заявки. Предполагается, что системы обслуживания (СМО) сети функционируют в условиях высокой нагрузки. Получена система разностно-дифференциальных уравнений (РДУ) для нахождения вероятностей состояний такой сети. Предложена методика нахождения решений этой системы, основанная на использовании аппарата многомерных производящих функций. В информационных системах и сетях (ИСС) отрицательные заявки соответствуют вирусам, которые начинают действовать через случайное время.

Введение. Сети МО являются математическими моделями разнообразных случайных процессов в информационных системах и сетях и многих других объектах, имеющих сетевую структуру. Стремительное развитие информационных технологий стимулирует появление новых интересных моделей, открывающих возможности эффективного конструирования и эксплуатации исследуемых систем. Большой интерес исследователей вызывают модели с отрицательными заявками (G-сети) [1], отличающимися от обычных положительных заявок тем, что они не нуждаются в реальном обслуживании, а уменьшают очередь обычных заявок непустой системы на единицу.

В работе [2] рассматривались вопросы поведения вирусов в информационно-телекоммуникационных системах и сетях. В качестве модели поведения вирусов, которые действуют мгновенно (без задержки), в телекоммуникационной сети использовалась открытая G-сеть с отрицательными заявками. Было проведено ее исследование в переходном (нестационарном) режиме.

В статье [3] были описаны аналитические результаты по анализу сетей МО с положительными и отрицательными заявками и доходами, которые могут служить моделями прогнозирования ожидаемых доходов в ИСС, учитываю-

щими попадание в них вирусов. В ней был приведен алгоритм имитационного моделирования вышеуказанных сетей, который позволяет находить доходы в таких сетях с произвольными законами распределения времен обслуживания положительных заявок.

В настоящей работе рассматривается модель открытой сети, в которую поступают положительные и отрицательные заявки. Отрицательные заявки уменьшают количество положительных заявок в СМО на единицу, но в отличие от традиционных моделей, оказывают такое воздействие по истечении случайного времени. Они соответствуют вирусам в ИСС, которые начинают действовать через случайное время.

Описание сети. Рассмотрим открытую G-сеть с n однолинейными системами МО (СМО). В СМО S_i извне (системы S_0) поступает пуассоновский поток обычных положительных заявок с интенсивностью λ_{0i}^+ и пуассоновский поток отрицательных заявок с интенсивностью λ_{0i}^- , $i = \overline{1, n}$. Все поступающие в СМО сети потоки заявок предполагаются независимыми. Вероятность того, что положительная заявка обслужится в СМО S_i за время $[t, t+\Delta t]$, если в данной СМО в момент времени t имеется k_i заявок, равна $\mu_i^+(k_i)\Delta t + o(\Delta t)$. Положительная заявка, обслуженная в СМО S_i с вероятностью P_{ij}^+ направляется в СМО S_j опять как положительная заявка, а с вероятностью P_{ij}^- – как отрицательная заявка, и с вероятностью $p_{i0} = 1 - \sum_{j=1}^n (p_{ij}^+ + p_{ij}^-)$ уходит из сети во внешнюю среду, $i, j = \overline{1, n}$.

Отрицательная заявка, поступающая в СМО увеличивает длину очереди отрицательных заявок на единицу и не требует обслуживания. Каждая отрицательная заявка, находящаяся в i -ой СМО, остается в очереди случайное время, имеющее экспоненциальное распределение с параметром $\mu_i^-(l_i)$, $i = \overline{1, n}$. По истечении этого времени отрицательная заявка уничтожает одну положительную заявку в СМО S_i и покидает сеть. Если после этого случайного времени в системе отсутствуют положительные заявки, то данная отрицательная заявка уходит из сети, не оказывая никакого влияния на функционирование сети в целом. При этом вероятность того, что в СМО S_i отрицательная заявка уйдет из очереди за время $[t, t+\Delta t]$, при условии, что в этой СМО в момент времени t имеется l_i отрицательных заявок, равна $\mu_i^-(l_i)\Delta t + o(\Delta t)$.

Под состоянием сети в момент времени t будем понимать вектор $(k, l, t) = ((k_1, l_1, t), (k_2, l_2, t), \dots, (k_n, l_n, t))$, который образует однородный марковский процесс со счетным числом состояний, где состояние (k_i, l_i, t) означает, что в момент времени t в СМО S_i находятся k_i положительных заявок и l_i отрицательных заявок, $i = \overline{1, n}$. Введем векторы $(k, t) = (k_1, k_2, \dots, k_n, t)$ и

$(l, t) = (l_1, l_2, \dots, l_n, t)$, I_i – вектор, i -ая компонента которого равна 1, все остальные равны 0, $i = \overline{1, n}$.

Вероятности состояний сети. Пусть $P(k, l, t)$ – вероятность состояния (k, l) в момент времени t . Вероятности состояний рассматриваемой сети удовлетворяют системе РДУ:

$$\begin{aligned} \frac{dP(k, l, t)}{dt} = & - \sum_{i=1}^n [\lambda_{0i}^+ + \lambda_{0i}^- + \mu_i^+(k_i)(1 - p_{ii}^+) + \mu_i^-(l_i)] P(k, l, t) + \\ & + \sum_{i=1}^n \lambda_{0i}^+ u(k_i(t)) P(k - I_i, l, t) + \sum_{i=1}^n \lambda_{0i}^- u(l_i(t)) P(k, l - I_i, t) + \\ & + \sum_{i=1}^n \mu_i^+(k_i + 1) p_{i0} P(k + I_i, l, t) + \sum_{i=1}^n \mu_i^-(l_i + 1) P(k + I_i, l + I_i, t) + \\ & + \sum_{i=1}^n \mu_i^-(l_i + 1)(1 - u(k_i(t))) P(k, l + I_i, t) + \sum_{i=1}^n \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^n \mu_i^+(k_i + 1) u(k_j(t)) p_{ij}^+ P(k + I_i - I_j, l, t) + \\ & + \sum_{i, j=1}^n \mu_i^+(k_i + 1) u(l_j(t)) p_{ij}^- P(k + I_i, l - I_j, t) \end{aligned} \quad (1)$$

здесь $\mu_i^+(0) = 0, \mu_i^-(0) = 0$.

Будем считать, что СМО сети однолинейные и длительности обслуживания заявок в СМО S_i имеют экспоненциальное распределение с параметром μ_i^+ . Следовательно, в этом случае $\mu_i^+(k_i) = \mu_i^+ u(k_i), i = \overline{1, n}$.

Обозначим через $\Psi_{2n}(z, t)$, где $z = (z_1, z_2, \dots, z_n, z_{n+1}, \dots, z_{2n})$, производящую функцию размерности $2n$:

$$\begin{aligned} \Psi_{2n}(z, t) = & \sum_{k_1=0}^{\infty} \dots \sum_{k_n=0}^{\infty} \sum_{l_1=0}^{\infty} \dots \sum_{l_n=0}^{\infty} P(z_1, z_2, \dots, z_n, z_{n+1}, \dots, z_{2n}) z_1^{k_1} \dots z_n^{k_n} z_{n+1}^{l_1} \dots z_{2n}^{l_n} = \\ = & \sum_{k_1=0}^{\infty} \dots \sum_{k_n=0}^{\infty} \sum_{l_1=0}^{\infty} \dots \sum_{l_n=0}^{\infty} P(k, l, t) \prod_{i=1}^n z_i^{k_i} z_{n+i}^{l_i}, \quad |z| < 1, \end{aligned} \quad (2)$$

суммирование берется по каждому k_i, l_i от 0 до $\infty, i = \overline{1, n}$.

Будем предполагать, что $k_i(t) > 0, l_i(t) > 0, \forall t > 0, i = \overline{1, n}$ и считать, что в начальный момент времени сеть находится в состоянии $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{2n}, 0), \alpha_i > 0, \alpha_{n+1} > 0$,

$$P(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{2n}, 0) = 1, P(k_1, k_2, \dots, k_n, l_1, l_2, \dots, l_n, 0) = 0, \forall \alpha_i \neq k_i, l_i, i = \overline{1, n}.$$

Теорема. Если в начальный момент времени сеть МО находится в состоянии $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{2n}, 0), \alpha_i > 0, \alpha_{n+1} > 0, i = \overline{1, n}$, то выражение для производящей функции $\Psi_{2n}(z, t)$ с учетом разложения входящей в него экспоненты в ряд Маклорена имеет вид

$$\Psi_{2n}(z, t) = a_0(t) \sum_{\substack{b_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{c_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{d_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{g_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{h_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{r_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} t^{\sum_{i=1}^n (b_i + c_i + d_i + g_i + h_i + r_i)} \times$$

$$\times \prod_{i=1}^n \left[\frac{\left(\prod_{j=1}^n P_{ij}^+ \right)^{h_i} \left(\prod_{j=1}^n P_{ij}^- \right)^{r_i}}{b_i! c_i! d_i! g_i! h_i! r_i!} (\lambda_{0i}^+)^{b_i} (\lambda_{0i}^-)^{r_i} (\mu_i^+)^{h_i + r_i} (\mu_i^-)^{d_i + g_i} z_i^{\alpha_i + b_i - d_i - g_i + H - h_i - r_i} z_{n+i}^{-\alpha_{n+i} + c_i - d_i + R} \right], \quad (3)$$

где

$$H = \sum_{i=1}^n h_i, \quad R = \sum_{i=1}^n r_i, \quad a_0(t) = \exp \left\{ - \sum_{i=1}^n [\lambda_{0i}^+ + \lambda_{0i}^- + \mu_i^+ (1 - p_{ii}^-) + \mu_i^-] t \right\}.$$

Теорема доказывается аналогично как в работе [4].

Вероятность состояния $P(k_1, k_2, \dots, k_n, l_1, l_2, \dots, l_n, t)$ является коэффициентом при $z_1^{k_1} z_2^{k_2} \dots z_n^{k_n} z_{n+1}^{l_1} z_{n+2}^{l_2} \dots z_{2n}^{l_n}$ в разложении функции $\Psi_{2n}(z, t)$ в многократный ряд (3), при условии, что в начальный момент времени сеть находится в состоянии $(\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_{2n}, 0)$.

Нахождение средних характеристик сети. С помощью производящей функции можно также найти и различные средние характеристики сети в переходном режиме. Математическое ожидание компоненты с номером X n -мерной случайной величины можно найти, продифференцировав (3) по z_x и положив $z_i = 1, i = \overline{1, 2n}$. Поэтому для среднего числа положительных заявок в системе S_x сети будем использовать соотношение:

$$N_x^+(t) = a_0(t) \sum_{\substack{c_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{d_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{g_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{h_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{r_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{k_j=1 \\ j=1, n}}^{\infty} k_x t^{\sum_{i=1}^n (k_i - \alpha_i + 2d_i + c_i + 2g_i + 2h_i + 2r_i - H)} \times$$

$$\times \prod_{i=1}^n \left[\frac{(\lambda_{0i}^+)^{k_i - \alpha_i + d_i + g_i - H + h_i + r_i} (\lambda_{0i}^-)^{c_i} (\mu_i^+)^{h_i + r_i} (\mu_i^-)^{d_i + g_i}}{(k_i - \alpha_i + d_i + g_i - H + h_i + r_i) c_i! d_i! g_i! h_i! r_i!} \left(\prod_{j=1}^n P_{ij}^+ \right)^{h_i} \left(\prod_{j=1}^n P_{ij}^- \right)^{r_i} \right], \quad x = \overline{1, n}.$$

Аналогично можно получить соотношение для среднего числа отрицательных заявок в очереди системы S_x , которые находятся в ожидании:

$$N_x^-(t) = a_0(t) \sum_{\substack{b_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{d_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{g_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{h_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{r_j=0 \\ j=1, n, j \neq i}}^{\infty} \sum_{\substack{l_j=1 \\ j=1, n}}^{\infty} l_x t^{\sum_{i=1}^n (l_i - \alpha_{n+i} + b_i + 2d_i + g_i + h_i + r_i - R)} \times$$

$$\times \prod_{i=1}^n \left[\frac{(\lambda_{0i}^+)^{b_i} (\lambda_{0i}^-)^{l_i - \alpha_{n+i} + d_i - R} (\mu_i^+)^{h_i + r_i} (\mu_i^-)^{d_i + g_i}}{b_i! (l_i - \alpha_{n+i} + d_i - R) d_i! g_i! h_i! r_i!} \left(\prod_{j=1}^n P_{ij}^+ \right)^{h_i} \left(\prod_{j=1}^n P_{ij}^- \right)^{r_i} \right].$$

Таким образом в работе исследована марковская сеть с положительными заявками и со случайным временем ожидания отрицательных заявок в переходном режиме. Предложена методика нахождения нестационарных вероятностей состояний вышеуказанной сети с однолинейными СМО, основанная на методе использования аппарата многомерных производящих функций. Полу-

чены выражения и для зависящих от времени средних характеристик рассматриваемой G-сети при условии, что сеть функционирует в условиях высокой нагрузки. Практическая значимость полученных результатов заключается в том, что они могут использоваться при моделировании функционирования различных ИСС, моделью которых является вышеуказанные сети с учетом попадания в них компьютерных вирусов.

Библиографический список

1. Gelenbe, E. Product form queueing networks with negative and positive customers. *Journal of Applied Probability*. – 1991. – Vol. 28. – P. 656–663.
2. Науменко В. В., Матальцкий М. А. О моделировании поведения вирусов в информационно-телекоммуникационной сети в нестационарном режиме. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации : сб. ст. III междунар. научно-техн. конф., Тольятти, 25 апр. 2013 г. – Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2013. – С. 212–218.
3. Науменко В. В., Матальцкий М. А. Об аналитическом и имитационном моделировании ожидаемых доходов в информационных системах и сетях с учетом попадания в них вирусов. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации : сб. ст. V междунар. заоч. науч.-техн. конф., Тольятти, 30 апр. 2015 г. – Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2015. – Ч. 2. – С. 112–118.
4. Науменко В. В., Матальцкий М. А. Анализ сети с положительными и отрицательными заявками в переходном режиме. Вестник ГрГУ. Сер. 2. Математика, физика, информатика, вычислительная техника и управление. – 2013. – № 3 (159). – С. 135–142.

© Науменко В.В., Матальцкий М.А., 2016

УДК 004.056.5

М.Т. Нгуен*

**Нгуен Туан Минь, аспирант*

Национальный исследовательский университет "МЭИ" (НИУ МЭИ), г. Москва

mikikunmiki@gmail.com

8(968)929-57-77

УГРОЗЫ БЕЗОПАСНОСТИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ключевые слова: информационные технологии, облачные вычисления, информационная безопасность, угрозы в облачной среде, оценка рисков.

Рассмотрены и проанализированы возможные угрозы безопасности информации при использовании облачных технологий.

Введение. Проблема обеспечения информационной безопасности известна еще с давних времен и на сегодняшний день стала еще более актуальной.

За последние несколько лет тема облачных технологий стала весьма обсуждаемой и в какой-то мере даже популярной в сфере информационных технологий (ИТ). Стоит отметить, что несмотря на развивающуюся по сей день технологию, по «облаку» уже написано и проведено немало статей и конференций, а некоторые крупные организации уже сейчас осуществляют и предоставляют облачные услуги.

Однако, как и в любых существующих ИТ-сервисах, облачные вычисления также не обходятся и без своих уязвимостей с точки зрения безопасности, связанных с конфиденциальностью, целостностью и сохранностью информации. К тому же, главной причиной, по которой многие организации до сих пор сомневаются совершить переход к облачной модели, является отсутствие достаточного количества серьезных исследований риска использования облачных вычислений. Для облачных вычислений не подходит ни одна из существующих моделей по оценке рисков информационных технологий, т.к. ни в одной из них не учитывается специфика, присущая облачным средам (возможность удаленного доступа к предоставляемым сервисам).

Таким образом, для достижения безопасного использования облачных вычислений в дальнейшем требуется создать методику оценки рисков и тщательно изучить возможные информационные угрозы (их категорию, воздействие, повторяемость).

Анализ возможных угроз безопасности в облачной среде. Риски можно разделить на следующие категории:

- последствия при неправильном управлении данными;
- потеря и восстановление данных и их конфиденциальности;
- общие проблемы безопасности;
- возможные атаки на систему извне/изнутри;
- финансовые или юридические проблемы поставщика;
- эксплуатационные проблемы или простой поставщика;

- беспочвенные расходы на обслуживание.

К первой категории можно отнести такие угрозы, как **«Проблемы контроля и управления облаками»** и **«Динамичность виртуальных машин»**.

Тип первой угрозы можно отнести к *высокоуровневой*, т.к. она связана с управляемостью облаком, как единой информационной системой и для него общую защиту нужно строить индивидуально. Дать полную гарантию того, что все ресурсы облака посчитаны и в нем нет неконтролируемых виртуальных машин, не запущено лишних процессов и не нарушена взаимная конфигурация элементов облака нельзя. Если сравнивать с традиционными центрами обработки данных (доступ инженеров к серверам происходит и контролируется на физическом уровне), то в облачных вычислениях доступ инженеров происходит через интернет, что приводит к соответствующим угрозам. Отсюда, строгий контроль доступа для администраторов, а также обеспечение контроля и прозрачности изменений на системном уровне являются критически важными моментами, которые позволят избежать потери данных и сбоя в работе системы.

Что касается второй угрозы, то она заключается в изменчивости виртуальных машин, приводящая к усложнению создания и поддержания целостности системы безопасности – уязвимость и ошибки в настройках могут бесконтрольно распространяться. Помимо этого, очень сложно зафиксировать состояние защиты в какой-либо определенный момент времени для последующего аудита.

Ко второй категории относятся проблемы связанные с возможной потерей данных в результате ошибки пользователя/поставщика или **«Кражи аккаунтов»** и **«Взлома услуг»**.

Угроза состоит в том, что данные, хранящиеся в облаке, могут быть украдены злоумышленниками или потеряны по какой-либо другой причине. Если поставщик облачных услуг не внедрит должные меры резервного копирования, данные могут быть случайно удалены самим провайдером или они могут пострадать при пожаре или стихийном бедствии. Со стороны пользователя же, если он зашифровал данные, угроза заключается в потере шифровального ключа до выгрузки данных в облако, что соответственно несет за собой потерю данных. Что касается взломщика облачной среды, то он может использовать украденную регистрационную информацию с целью перехвата, подделки или выдачи искаженных данных, перенаправления пользователей на вредоносные сайты.

Всегда нужно убеждаться в том, чтобы данные оставались на своих местах с учетом того, как часто происходит их резервное копирование, куда они копируются и кто имеет доступ к этим архивам данных. Должны быть также использованы Актив-журналы, поддерживающие постоянное отслеживание потока информации. Организациям следует запретить раздачу своих регистрационных данных другим служащим и использование одних и тех же паролей для всех сервисов. Также необходимо внедрить надежную, двухфакторную аутентификацию для снижения риска.

К третьей категории отнесем такие проблемы, как **«Незащищенные интерфейсы и API»** и **«Смежная уязвимость»**.

В любой модели облачной доставки существует угроза уязвимости через общие ресурсы. Если ключевой компонент совместно используемой технологии - например, гипервизор или элемент общей платформы - будет взломан, то это подвергает риску не только пострадавшего заказчика: уязвимой становится вся среда облака.

Не стоит также забывать, что как бы облачная платформа ни была безопасной, не означает, что сам интерфейс ПО или API пользователя также находится в безопасности. Слабые интерфейсы ПО или API, используемые для управления и взаимодействия с облачными услугами, подвергают организацию целому ряду угроз, одной из которых является перехват передаваемых данных злоумышленниками.

В таком случае интерфейсы должны быть правильно спроектированы и обязательно включать аутентификацию, управление доступом и шифрование, чтобы обеспечить необходимую защиту и готовность облачных сервисов. Еще одним возможным решением данной проблемы является регулировка политики – как и почему облачные вычисления могут быть использованы на организационном уровне.

Четвертая категория включает в себя такие серьезные проблемы, как *«DDoS-атаки»*, *«Удаленный взлом»* и *«Злоумышленники»*.

Не исключены и угрозы атак на «облако» типа «отказ в обслуживании», вызывающие перегрузку инфраструктуры, которая заставляет задействовать огромный объем системных ресурсов и не дает при этом заказчикам пользоваться сервисом. К примеру, злоумышленники могут запустить асимметричные DoS-атаки прикладного уровня, используя уязвимости в Web-серверах, базах данных или других облачных ресурсах, чтобы завалить приложение с очень малой полезной нагрузкой.

Инсайдер, имеющий неблагоприятные намерения, может получить доступ к конфиденциальной информации в случае, если в облачной среде не обеспечена безопасность должного уровня. Системы, которые в обеспечении безопасности полагаются только на поставщика облачных услуг, подвергают себя большому риску. Даже если внедрено шифрование, если ключи не хранятся только у заказчика, будучи доступны лишь на время пользования данными, то система всё еще подвержена злонамеренным действиям инсайдера.

Удаленный взлом. Серверы облачных вычислений и локальные серверы используют одни и те же операционные системы и приложения. Отсюда, угроза удаленного взлома или заражения вредоносным ПО также высока и актуальна для облачных систем. Риск для виртуальных систем также высок. Система обнаружения и предотвращения вторжений должна быть способна обнаруживать вредоносную активность на уровне виртуальных машин, вне зависимости от их расположения в облачной среде.

Использование многопользовательских облачных сервисов усложняет следование требованиям стандартов и законов, включающих в себя требования использования криптографических средств, для защиты важной информации, такой как информация о владельце кредитной карты и информации идентифицирующей человека. Это, в свою очередь, порождает непростую задачу обеспечения надежной защиты и безопасного доступа к важным данным.

ВМ, внедренная комплексом методов защиты, является наиболее эффективным способом защиты целостности, соответствия требованиями регуляторов, соблюдение политики безопасности при перемещении виртуальных ресурсов из внутренней сети в облачные среды.

Злоумышленники. Люди, желающие навредить, как потребителю, так и всей организации.

К таким людям относятся:

- Хакеры/взломщики;

Мотивация угроз: вызов, самомнение, бунтарство, статус, деньги.

Формы проявления угроз: хакерство, социальная инженерия, проникновение в систему/взлом, несанкционированный доступ к системе.

- Лица, совершающие компьютерное преступление;

Мотивация угроз: разрушение информации, незаконное раскрытие информации, денежная выгода, несанкционированное изменение данных.

Формы проявления угроз: компьютерное преследование, мошенническая деятельность, информационный подкуп, получение доступа обманным путем, проникновение в систему.

- Промышленные шпионы;

Мотивация угроз: конкурентное преимущество, экономический шпионаж.

Формы проявления угроз: получение оборонного преимущества, получение информационного преимущества, экономическая эксплуатация, хищение информации, покушение на неприкосновенность личной жизни, социальная инженерия, проникновение в систему, несанкционированный доступ к системе (доступ к секретной информации, являющейся собственностью фирмы и/или связанной с технологией).

- Инсайдеры.

Мотивация угроз: любопытство, самомнение, разведка, денежная выгода, месть, намеренные ошибки и упущения.

Формы проявления угроз: нападение на служащего, шантаж, просмотр собственной информации фирмы, неправильное использование компьютера, мошенничество и хищение, информационный подкуп, вредоносное ПО, продажа информации личного характера, «жучки» в системе, проникновение в систему, вредительство в системе, несанкционированный доступ к системе.

В частности, злоумышленники сами могут являться членами организации, поэтому возможным решением данной проблемы является создание уникальной политики разрешений для каждого сотрудника. Сотрудники должны иметь доступ только к такому количеству информации, которая необходима им для выполнения работы. Ни больше, ни меньше.

Заключение. Несмотря ни на что, вопрос о безопасности сервисов так и остается открытым. В настоящее время решения по данным проблемам еще не стали достаточно адекватными для обеспечения полной безопасности хранения данных, следовательно, они должны быть усилены и улучшены.

С одной стороны можно согласиться, что при использовании облака есть определенные гарантии безопасности и удобства, но с другой же — информация слишком распространяема. К тому же, ПО в облаках опасно тем, что сотрудники могут легко заходить в программы и хранилища документов с дру-

гих терминалов, в том числе своих собственных, которые могут попасть в чужие руки.

Дополнительная информация. Тот факт, что облачные вычисления используют различные типы моделей обслуживания (IaaS, PaaS, SaaS и др.) делают защиту информации более сложным. После рассмотрения каждой модели выдвигается предложение о размещении их в разные категории безопасности.[3]

Cloud Security Alliance использует классификацию пятнадцати «доменов безопасности» для отражения облачной безопасности.[4]

В исследовательском отчете «A survey of risks, threats and vulnerabilities in cloud computing» приходят к выводу, что некоторые риски стоит рассмотреть, прежде чем переходить к облаку. К тому же, ответственность за уменьшение этих рисков лежит на потребителях и поставщиках.[5]

Библиографический список

1. Джоуни М., Ауса А. Бен, Бен Л., Рабай А., Мили А. Towards quantitative measures of Information Security: A Cloud Computing case study. International Journal of Cyber-Security and Digital Forensics, 2012, 1 (3). Стр. 248–262.

2. Шуберт Л. The future of cloud computing, 2010. Доступна на: http://cordis.europa.eu/fp7/ict/ssai/docs/executivesummaryforweb_en.pdf

3. Шубашины С., Кавита В. A survey on security issues in service delivery models of cloud computing. Journal of Network and Computer Applications, 2011, 34 (1). Стр. 1–11.

4. Альянс Облачной Безопасности. Top threats to Cloud Computing v.1.0, 2010.

Доступна на: <https://cloudsecurityalliance.org/topthreats/>

5. Дабур К., Моххамед Б., Таракджи А. Б. A survey of risks, threats and vulnerabilities in cloud computing. Proceedings of the 2011 International Conference on Intelligent Semantic Web-Services and Applications, ACM. Стр. 12.

6. Уолкер Г. Cloud computing fundamentals, 2012.

Доступна на: <http://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-cloudintro>

7. Разумников С.В. Моделирование оценки рисков при использовании облачных ИТ-сервисов. Фундаментальные исследования, 2014, 5(1), Стр. 39-43.

8. Григорьев А. А., Охрименко А. А., Сидорчук И. П. О некоторых вопросах обеспечения безопасности государственных информационных систем в деятельности государственных органов республики Беларусь. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015), 2015, Часть 1, Стр. 205-211

© М.Т. Нгуен, 2016

УДК 519.00.00

О.С. Николаенко *

**Николаенко Ольга Сергеевна, инженер 2-й категории ОАО «Гипросвязь»,
г. Минск, Республика Беларусь
harrutv@mail.ru*

Я.С. Язловецкий *

**Язловецкий Ярослав Степанович, старший научный сотрудник ОАО «Гипро-
связь»,
г. Минск, Республика Беларусь
yazlavetski@giprosvjaz.by*

В.Л. Николаенко *

**Николаенко В.Л., к.т.н., доцент
Институт информационных технологий Белорусского государственного уни-
верситета информатики и радиоэлектроники (ИИТ БГУИР),
г. Минск, Республика Беларусь
V_nikolaenko57@mail.ru*

ПУТИ УМЕНЬШЕНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТЕЙ ИЗМЕРЕНИЙ ОБОРУДОВАНИЯ ЭЛЕКТРОСВЯЗИ ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЙ НАБЛЮДАЕМЫХ ВЕЛИЧИН, ОТЛИЧНЫХ ОТ ГАУССОВСКОГО ЗАКОНА

*Ключевые слова: гауссовский закон распределения, сертификационные
испытания, оценка неопределенности, метод обработки, обработка
результатов измерения*

*Статья посвящена проблемам, возникающим при решении задачи о
однозначности соответствия измеренного параметра оборудования
электросвязи нормативным значениям при функции распределения
наблюдаемых значений, отличной от гауссовского (нормального) закона.*

Существует процесс сертификационных испытаний средств электросвязи, который включает в себя измерения параметров испытываемых образцов. Результат измерения показывает, соответствует ли параметр испытываемого образца нормальным требованиям. От объективности и достоверности проведенных испытаний зависит результат выдачи сертификата. Из-за не идеальности средств измерения (погрешность, системные ошибки, влияние окружающей среды и т.д.) интервал в котором находится истинное значение увеличивается. Определение такого интервала, обычно, осуществляется исходя из расчета неопределенности [1].

С точки зрения вида распределения наблюдаемых величин расчет оценки неопределенности результата измерения можно разделить на расчет для нормального закона распределения и отличного от нормального.

В статье рассмотрен один из путей расчета неопределенности при отличном от нормального законом распределения у наблюдаемых (входных) величин.

Основные этапы оценки неопределенности результата измерения включают в себя формулировку измерительной задачи, трансформирование распределений входных (наблюдаемых) величин и получение окончательного результата [1]:

а) формулировка измерительной задачи включает в себя:

1) задание выходной величины Y (измеряемой величины); 2) выявление входных величин X_1, \dots, X_M , от которых зависит выходная величина Y ; 3) составление модели измерения $Y=f(X_1, \dots, X_M)$; 4) приписывание распределений вероятностей (нормального, прямоугольного и т.д.) выходным величинам X_i (или совместного распределения вероятностей входным величинам, не являющимся независимыми) на основе имеющейся информации;

б) трансформирование распределений входных величин предусматривает определение плотности распределения вероятностей входной величины Y на основе плотностей распределения вероятностей входных величин X_i и используемой модели измерения;

в) получение окончательного результата предполагает использование выбранной плотности распределения вероятностей выходной величины Y . Например, для гауссовского закона распределения входных величин [2]:

1) оценка математического ожидания величины Y в виде оценки y ; 2) оценка стандартного отклонения величины Y в виде стандартной неопределенности $u(y)$; 3) интервал охвата для величины Y , соответствующего заданной вероятности (вероятности охвата).

Оценку стандартного отклонения результата измерения y в виде суммарной стандартной неопределенности, обозначаемой $u_c(y)$, получают из оценок стандартного отклонения результатов измерений x_i каждой входной величины в виде стандартных неопределенностей, обозначаемых $u(x_i)$ [2].

В зависимости от знания вида известных функций распределения наблюдаемых величин X_i виды оценки неопределенности $u(x_i)$ делятся в соответствии с [2] на два типа: А и В [2].

Оценивание (стандартной неопределенности) по типу А осуществляется путем статистического анализа серий наблюдений и основывается на любых методах статистической обработки данных. В [2] приводятся примеры следующих методов:

- расчет стандартных отклонения и среднего значения на основании серии наблюдений (при условии гауссовского распределения наблюдаемых величин [3]);

- использование метода наименьших квадратов для подбора кривой к данным и для получения соответствующих оценок параметров аппроксимации и их стандартных отклонений (не для гауссовского распределения).

При оценивании по типу В значения стандартных неопределенностей рассчитывают из условия априорной (заведомо известной) функции распределения. В приложении 4 источника [4] указаны расчетные выражения неопределенности u_i для следующих симметричных функций распределения: прямоугольном (равномерном), треугольном, трапециальном, U-образном (арксинусном) и нормальном (гауссовском) законах распределения. Расчеты стандартной неопределенности $u(x_i)$ производятся при известном максимальном

значении диапазона ($\pm a_i$) или для нормального распределения – при стандартном отклонении наблюдений s_i .

Таким образом, модель распределения наблюдаемых величин может быть представлена из одного гауссовского закона или суммы преднамеренных отдельных распределений гауссовского закона со своими параметрами.

Чтобы использовать рассматриваемые методы обработки, требуется определить принадлежность результатов наблюдений $\{x_{ik}\}$ к нормальному распределению. Известны различные критерии в зависимости от числа результатов наблюдения n [5]. Для $n > 50$ предпочтительным является один из критериев: χ^2 Пирсона или ω^2 Мизеса – Смирнова. Для числа результатов наблюдений $50 > n > 10$ применяют составной критерий, указанный в приложении 1 стандарта [5]. Проверка заключается в обработке результатов наблюдения по двум критериям.

По критерию 1 вычисляется отношение \tilde{d}_i

$$\tilde{d}_i = \frac{\sum_{k=1}^n |x_{ik} - \bar{x}_i|}{n \cdot S_i^*}, \quad (1)$$

где S_i^* – смещенная оценка среднего квадратического отклонения, вычисляемая по формуле

$$S_i^* = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)^2}{n}}. \quad (2)$$

Результаты наблюдений можно считать распределенными нормально, если

$$d_{1-q_1/2} < \tilde{d}_i \leq d_{q_1/2}, \quad (3)$$

где $d_{1-q_1/2}$ и $d_{q_1/2}$ – квантили распределения, получаемые из таблицы Б.1 [5] по n , $q_1/2$ и $(1-q_1/2)$.

Критерий 2. Можно считать, что результаты наблюдений параметра X_i принадлежат нормальному распределению, если не более m разностей $|x_{ik} - \bar{x}_i|$ превосходили значение

$$z_{p/2} \cdot S_i, \quad (4)$$

где S_i – оценка среднего квадратического отклонения, вычисляемая по формуле

$$S_i = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^n (x_{ik} - \bar{x}_i)^2}{n-1}}, \quad (5)$$

а $Z_{p/2}$ – верхняя квантиль распределения нормированной функции Лапласа, отвечающей вероятности $P_{1/2}$.

Значение P_1 определяется из таблицы Б.2 [5] при уровне значимости $q_2=0,05$ и числе результатов наблюдений n .

В случае если хотя бы один из критериев не соблюдается, то считают, что распределение результатов наблюдений не соответствуют нормальному закону. В этом случае следует искать более надежные методы обработки. Наиболее простой метод – это увеличение коэффициента охвата K . Однако он приводит к расширению неопределенности U .

Обработка результатов наблюдения для распределения наблюдаемых величин в виде гауссовского (нормального) закона. В настоящий момент существуют методы обработки результатов наблюдения измеряемых параметров X_i , у которых в результате опытных испытаний сформировалось нормальное распределение результатов наблюдения $\{x_{ik}\}$ [5, 6].

Доверительный интервал, в котором, вероятно, находится истинный результат измерения, представляется в виде

$$[y-U, y+U], \quad (6)$$

Когда доверительный интервал (6) находится на границах нормативного диапазона значений, то нельзя однозначно заявить о соответствии или несоответствии параметра Y техническим требованиям. Для уменьшения этой неоднозначности существуют различные пути. Как видно из выражения (6) доверительный интервал уменьшается, и, следовательно, увеличивается однозначность результата измерения, когда уменьшается неопределенность U . Пути уменьшения неопределенности U для нормальных распределений результатов наблюдений $\{x_{ik}\}$ приводятся в различных источниках.

Обработка результатов наблюдения для распределения наблюдаемых величин, отличного от гауссовского (нормального) закона. Методы обработки для распределения наблюдаемых величин, отличного от нормального закона, в настоящее время не достаточно изучены для параметров оборудования электросвязи.

Рассмотрим пример Измерения (согласно требованию пункта 6 таблицы 7 [7]) периода повторения импульса в серии набора номера для телефонного аппарата с импульсным способом передачи сигналов набора номера. Схема и внешний вид установки представлены на рисунке 1. Измеритель ИПН-1 обеспечивал на контактах подключения телефонного аппарата ТА к абонентской линии напряжение, равное 60 В. С телефонного аппарата ТА производился набор символов «1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 0». Правильность набранного символа контролировалось на индикаторе ИПН-1. Измерение временного периода набора номера производилось с помощью осциллографа ОСЦ, имеющего погрешность $\pm 0,01$ мс. Результаты наблюдений сведены в таблицу 1. В соответствии со значениями таблицы 1 построена гистограмма функции распределения результатов наблюдения (рисунок 2).

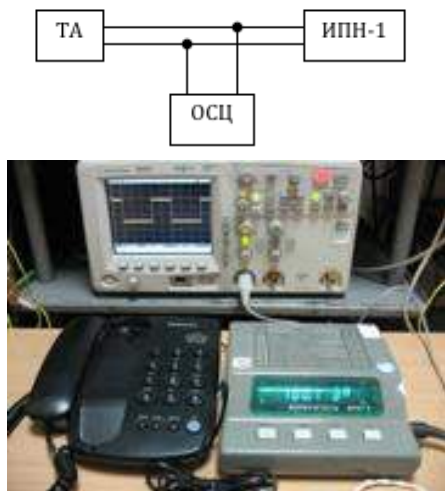


Рис. 1. Схема и внешний вид установки для измерения периода повторения импульса

Таблица 1.

Результаты наблюдений

Номер наблюдения	Результат наблюдения, мс	Номер наблюдения	Результат наблюдения, мс	Номер наблюдения	Результат наблюдения, мс
1	101,37	19	100,76	37	101,19
2	102,34	20	101,44	38	102,55
3	102,41	21	101,13	39	102,44
4	102,53	22	100,65	40	102,29
5	102,17	23	101,01	41	102,69
6	101,15	24	101,25	42	101,31
7	101,02	25	100,92	43	100,81
8	100,9	26	100,79	44	101,55
9	101,11	27	101,47	45	100,99
10	100,87	28	101,19	46	100,9
11	102,11	29	102,37	47	102,31
12	102,31	30	102,43	48	102,67
13	102,17	31	102,3	49	101,28

14	102,23	32	102,75	50	102,02
15	101,35	33	101,29	51	101,18
16	101,47	34	100,8	52	101,55
17	101,04	35	101,04	53	101,32
18	101,02	36	100,97	54	100,96

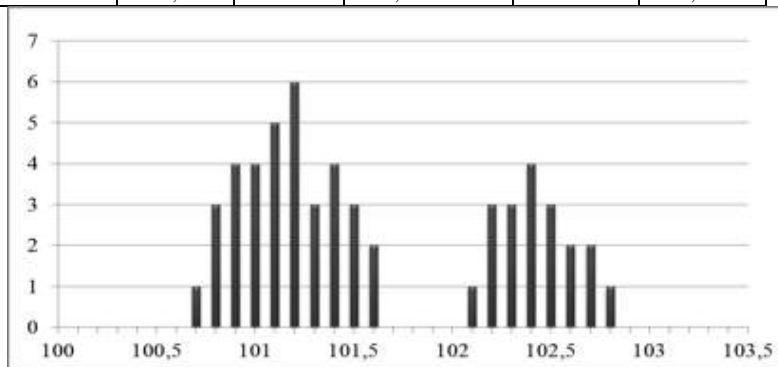


Рис. 2. Гистограмма функции распределения результатов наблюдения

Из рисунка 2 видно, что функция распределения наблюдаемых величин является не симметричной и не отвечающей требованиям нормального закона распределения. Поэтому использование при обработке результатов наблюдения методов обработки с нормальным распределением результатов наблюдения является не правомерным.

Если для результатов наблюдения (таблица 1) применять методы обработки результатов наблюдения для нормальной функции распределения, то среднееарифметическое значение (результат измерения) будет равно $\bar{x} = \frac{\bar{x}_1 + \bar{x}_2}{2} = \frac{101,1157 + 102,3732}{2} = 101,7444$ мс, а оценка среднеквадратического отклонения результата измерения s равна 0,667. При коэффициенте охвата K , равном 2, расширенная неопределенность U равна 1,334. Тогда полный результат измерения Y будет находиться в интервале от 100,4104 до 103,0784 мс.

Возможен другой метод обработки. Значения среднеквадратичных отклонений s_1 и s_2 отдельных локальных функций распределений результатов наблюдений равны 0,2367 и 0,1938 соответственно. Тогда с учетом коэффициента охвата K , равного 2, величины расширенной неопределенности U_1 и U_2 равны 0,4734 и 0,3876. Если полный результат наблюдения представить в виде $\bar{x}_1 - U_1 \leq Y \leq \bar{x}_2 + U_2$, то он будет находиться в интервале от 100,6423 до 102,7608 мс.

Таким образом, результаты измерения двумя методами обработки отличаются друг от друга при одинаковых входных величинах.

Анализ проблем обработки результатов наблюдений для функции распределения, отличных от нормального закона распределения, показал влияние формы функции на значение результата измерения. Таким образом следует в каждом конкретном случае анализировать функцию распределения наблюдаемых величин и разбивать диапазон на отдельные функции распределения. Особенно это касается граничных с нормативными значениями областей результатов наблюдения.

Пути и методы уменьшения неопределенности. В результате анализа проблем обработки результатов наблюдения предлагаются следующие пути уменьшения неопределенностей для функций распределения результатов наблюдения, отличных от нормального закона распределения:

- определение принадлежности функции распределения к распределению, отличному от нормального закона;

- анализ функции распределения с целью выявления локальных областей с нормальными законами распределения и применения к ним локальных расчетов стандартных неопределенностей. Использование математических методов сравнения со стандартными неопределенностями при предположении, что функция имеет нормальный закон;

- переработка результатов наблюдения с целью преобразования неопределенностей вида А в В и дальнейшее использование расчетов стандартных неопределенностей $u(x_i)$ по известным выражениям для прямоугольного (равномерного), треугольного, трапециoidalного, U-образного (арксинусного) распределений;

- представление результата измерения с наглядными гистограммами функций распределения результатов наблюдений X_i при существующей неоднозначности решения о соответствии или не соответствии параметра оборудования электросвязи нормативным требованиям.

Можно применить оценку эффективности предлагаемых методов. Пусть эффективность метода обработке оценивается отношение

$$\varepsilon = \frac{U}{U - U_1} \quad (7)$$

Рассчитав отношение (7), можно отметить, что эффективность метода локальной обработки результатов наблюдения повысилась в 1,6 раза. Это привело к однозначному решению о соответствии измеренного параметра оборудования электросвязи нормативным значениям.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 54500.3.1-2011. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения. Дополнение 1. Трансформирование распределений с использованием метода Монте-Карло [Текст]. – Введ. 2012–10–01. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 83 с.
2. ГОСТ Р 54500.3 -2011. Неопределенность измерения. Часть 3. Руководство по выражению неопределенности измерения [Текст]. – Введ. 2011–11–16. – Москва: Стандартинформ, 2012. – 107 с.
3. Тихонов, В. И. Статистическая радиотехника [Текст] / В. И. Тихонов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Радио и связь, 1982. – 624 с.

4. *Ефремова, Н. Ю.* Оценки неопределенности в измерениях: Практическое пособие [Текст] / Н. Ю. Ефремова – Мн.: БелГИМ, 2003. – 50 с.

5. ГОСТ Р 8.736-2011. Измерения прямые многократные. Методы обработки результатов измерений. Основные положения [Текст]. – Введ. 2011–12–13 – Москва: Стандартиформ, 2013. – 23 с.

6. МИ 2083-90. Измерения косвенные. Определение результатов измерений и оценивание их погрешностей [Текст]. – Введ. 1992–01–01. – Москва: КОМИТЕТ СТАНДАРТИЗАЦИИ И МЕТРОЛОГИИ СССР, 1991. – 7 с.

7. СТБ 1170-2014. Аппараты телефонные общего применения. Общие технические требования [Текст]. – Введ. 2014–08–11 – Минск: Госстандарт, 2015. – 24 с.

©*Николаенко О.С., Язловецкий Я.С., Николаенко В.Л., 2016*

УДК 681.5

С.С. Новикова

*Новикова Светлана Сергеевна, студентка
Филиал ФГБОУ ВО "НИУ"МЭИ» в г. Смоленске.
sve22781548@yandex.ru*

И.О. Зыкова

*Зыкова Ирина Олеговна, студентка к.т.н., доцент
Филиал ФГБОУ ВО "НИУ"МЭИ» в г. Смоленске.
iriha_zikova@mail.ru*

М.Ю. Лебедева

*Лебедева Марина Юрьевна, к.т.н., доцент
Филиал ФГБОУ ВО "НИУ"МЭИ» в г. Смоленске.
marilieb@yandex.ru*

АНАЛИЗ РЫНКА ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ИНВЕСТИЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ключевые слова: рынок, программные продукты, информационные продукты, информационные системы автоматизация, инвестирование, инвестиционные проекты, вычислительная техника.

Рассмотрены вопросы, связанные с анализом программных продуктов, которые дают эффективную автоматизацию инвестиционной деятельности какого-либо предприятия.

Современный рынок программных продуктов для автоматизации инвестиционной деятельности в организациях достаточно многообразен. Инвестирование представляет собой фактор, который непосредственно играет решающую роль в процессе развития экономики. Только при наличии полноценной системы движения информации об инвестиционной деятельности организации возможно принятие адекватных управленческих решений. Автоматизация данного процесса имеет огромное значение для эффективного управления инвестированием. Проблема автоматизации инвестиционной деятельности является актуальной, поскольку способствует реализации стратегии экономического развития организации.

В настоящее время рынок программно-технических средств, информационных продуктов и услуг предлагает множество решений для автоматизации инвестиционной деятельности, предполагающей анализ и исследование инвестиционных проектов. Именно финансовые расчеты, связанные с инвестиционной деятельностью, требуют обязательной автоматизации, поскольку их реализация без применения информационных технологий и вычислительной техники очень затруднительна.

Внедрение информационной системы (ИС) с целью сбора, хранения и обработки информации о планируемых и реализуемых инвестиционных проектах в деятельность организации возможно, как в виде специализированной системы финансового анализа, так и в виде модуля финансового анализа в составе комплексной ИС бухгалтерского учета и корпоративных ИС. Основ-

ной проблемой при этом остается обеспечение достоверности и своевременности получения исходной информации для анализа в необходимом объеме [1].

Следует отметить, что все программные продукты можно условно разделить на две группы. Первая, так называемая универсальная группа – пакеты программ, которые не зависят от отраслевой принадлежности организации. Вторая – отраслевая группа программных продуктов.

Проведем обзор наиболее известных программ инвестиционного анализа, которые применяются в настоящее время на рынке в России: «COMFAR 2.1», «Альт-Инвест 6.0», «ИНЭК-Аналитик 9.55», «Project Expert 7.21».

«COMFAR 2.1» – продукт, использующий систему, которая отображает модули с начальными данными. Представлен в виде дерева, которое возможно сворачивать или наоборот, показывая необходимо важные элементы. При заполнении данных новые ветви дерева автоматически становятся доступны. На данный момент этот программный продукт сильно отстал от последовательей.

«Альт-Инвест 6.0» – программный продукт, предназначенный для подготовки инвестиционных проектов, а также их анализа и оптимизации в различных областях, масштабах и направленности. В его основе лежат методики финансового анализа из Запада, именно по этой причине она понятна специалистам, которые имеют возможность самостоятельно дорабатывать и расширять базовые алгоритмы, так как использование проходит непосредственно в качестве базы MS Excel.

«ИНЭК-Аналитик 9.55» – программа представляет собой принцип сбора данных для анализа. Она достаточно сильно отличается от других программ тем, что в ней содержится финансовая отчетность за прошлые периоды и одновременно с этим плановые показатели проекта. Интерфейс программы не всегда удобен, поскольку некоторые подходы разрабатывались, не взирая на стандарты.

Программный комплекс «Project Expert 7.21» – это набор профессиональных инструментов для финансового управления бизнесом, для анализа и планирования инвестиционных проектов, подготовки бизнес-планов и оценки стоимости компании. Позволяет описать деятельность практически каждой организации независимо от ее размера и отраслевой принадлежности [2].

В таблице 1 представлена сравнительная характеристика данных программных продуктов в соответствии с выбранными критериями.

Таблица 1.

Сравнительный характеристика программных продуктов

Критерии сравнения	COMFAR 2.1	Альт-Инвест 6.0	ИНЭК-Аналитик 9.55	Project Expert 7.21
Стоимость	283 000.00 руб.	63 150.00 руб.	65 000.00 – 162 000.00 руб.	52 910,00 - 186 670,00 руб.

Системные требования	Win XP	Pentium-I и выше	Win XP	Pentium-I и выше
Сложность оценки	Средней сложности	Легкий	Сложный	Средней сложности
Тип значения	Качественный	Количественный	Качественный	Качественный и количественный
Важность для потенциальных пользователей	Средний приоритет	Средний приоритет	Низший приоритет	Высший приоритет
Достоинства	Небольшие системные требования	Легкость освоения	Небольшие системные требования	Оперативность составления бизнес-плана
Недостатки	Значительно отстал от своих последователей	Слабая система безопасности	Требуются дополнительные усилия для того, чтобы понять программу	Относительная сложность освоения

Рассмотренные программные продукты, используемые вне зависимости от отраслевой принадлежности организации, предполагают автоматизацию тех или иных функций (выбор стратегии привлечения заемных средств, инвестиций, уплаты налогов и сборов, погашения кредиторской и дебиторской задолженности и т.п.). Наиболее эффективной для принятия управленческих решений об инвестиционной деятельности будет система инвестиционного проектирования «Project Expert 7.21».

Отраслевые программные продукты по оценке эффективности инвестиционных проектов учитывают особенности исходной информации (экономической, нормативной, методической, правовой и пр.). Использование базы данных из конкретной отрасли по отечественным и зарубежным инвестиционным проектам является достоинством данных программ. Как правило, данная группа программных продуктов значительно дешевле универсальных.

В качестве альтернативы рассмотренным выше программным продуктам, используемым вне зависимости от отраслевой принадлежности организации, предлагается программа «Energy Invest 2012». Её предназначение – оценка эффективности инвестиционной деятельности в следующих отраслях: электроэнергетика; незавершенное и новое строительство; внедрение новых технологий. Современная версия программы «Energy Invest 2012» реализует ряд преимуществ по сравнению с предыдущими версиями:

- улучшенный интерфейс и повышена производительность программного продукта за счет переработки алгоритма расчетов;

- появление интуитивного мастера создания новых проектов, что делает данную процедуру значительно проще;
- улучшена система ввода данных;
- появление ручной настройки расчета оценки чувствительности проекта в конкретном диапазоне;
- последние расчеты проектов сохраняются и доступны при загрузке проекта.

Кроме того, неоспоримым аспектом выбора программы «Energy Invest 2012» является то, что при ее внедрении для отдельного клиента настройки инструментов используемых серверов подбираются индивидуально, что дает возможность решениям соответствовать абсолютно любым специфическим и отраслевым особенностям клиента. Данный продукт позволит сэкономить финансовые ресурсы при сохранении требуемой функциональности ИС, а также создать необходимые условия для дальнейшей автоматизации бизнес-процессов при реализации инвестиционной деятельности.

Таким образом, использование программного продукта по оценке эффективности инвестиционных проектов из отраслевой группы наиболее предпочтительно, поскольку данное решение будет менее финансово-затратным и работа пользователей с ним нагляднее, понятней и удобней.

Библиографический список

1. *Максимова В.Ф.* Инвестирование Московский международный институт эконометрики, информатики, финансов и права. – М.: Форум, 2013 – 292 с.
2. *Афонин А.М.* Теоретические основы разработки и моделирования систем автоматизации: учебное пособие / А.М. Афонин, Ю.Н. Царегородцев, А.М. Петрова, Ю.Е. Ефремова. – М.: Форум, 2011. – 231 с.

©С.С. Новикова, И.О. Зыкова, М.Ю. Лебедева, 2016

UDK 05.01.04

D.Nurjabova

Tashkent University of Information Technologies Karshi branch ,assistant

Karshi, Uzbekiatan

dihnuradil@umail.uz

REGULATION OF ELECTRONIC RECORDS ADMINISTRATIVE DATA OF ELECTRON GOVERNMENT

Key words: e-Government, public services, quality issues, information public services, interactive public services

The information society is characterized by a wide spread of ICT and their widespread penetration into all spheres of social, political and economic spheres of life. Tool and technological basis for the creation of the information society, ensuring effective communication of citizens, businesses and public authorities to each other, as well as public access to global information resources and satisfaction of their social and personal needs in information products and services must become an integrated information system of the state bodies.

Ключевые слова: электронное правительство, общественные услуги, вопросы качества, информационные общественные услуги, интерактивные государственные услуги

В социально-экономическом смысле информационная эпоха проявляется через новую общественную формацию, получившую название «информационное общество». Информационное общество характеризуется широким распространением ИКТ и их повсеместным проникновением во все сферы общественной, политической и экономической сферы жизни.

One of the key problems of the existing practices in the collection, storage and processing administrative data, which is common to all levels of government, is the lack of regulatory support used in the administrative processes of information systems. For example, in a press release on the launch of a large state of the automated system, the developers claim that the system "was put into commercial operation," and now "will develop a regulatory framework." It remains unclear how the system was put into regular operation and used in the regulatory framework. Often, civil servants in the formulation of the problem for the development of an automated system to forget to point out the essential, but is perceived as self-evident procedures for the use of administrative data. The result is an information system that is not really an administrative process and create an additional burden on civil servants. In the ranking of the most curious cases of information the first two places, probably held numerous "analytical system" and "decision support system", setting targets for which the composition does not contain the source for the "analysis" and "management" of the data, as well as numerous competitions at least on the "revision" of information systems that do not contain specifications and source code modifies system [1,2].

The public authorities are not prepared in time the necessary regulatory framework, but the information system put into operation. In fact, the whole procedure of regulation of the market were established programmers development company (!), Have a vague idea of how to order the execution of the state functions and the processes in the industry. After commissioning the system it several times dramatically processed developers, changing the order of operation as participants in the industry and the regulator. Imagine that came into force some normative legal act, handwritten, illegible handwriting by the author, who is a civil servant and does not have the necessary permissions. At This brings the author to the document periodically least illegible changes nevertheless will automatically become binding for thousands of companies and affect hundreds of thousands (if not millions) of people.

It is important to note that the discussions of the problems are not specific to any particular domain of public administration. They are systemic and occur in all cases, the collection, storage and processing of administrative data in electronic form, which has a negative impact on the quality of governance in the country. When it comes to proper organization of the collection, storage and processing administrative data, it is assumed that this is a complex event. That is formally entering it in the appropriate regulations, it is possible to recognize the legally relevant electronic data, but agree with this judgment, if it turns out that was not ensured the accuracy of the account? You can create an expensive and highly reliable information system, but if it is not supported by the law, there will be no legal and its operation [2,3].

While such cases are rare due to the lack of understanding of people how to protect their rights in situations where the perpetrator is their "information system". Another important factor -not trained workers the investigation and trial and have little understanding of how to act in such situations. But literacy levels will inevitably rise, and judicial prospects of the "illegal" information systems, as well as their operators, a little bit. It should be noted that the court may not only ordered to stop operation of the system to eliminate the causes of human rights violations (which is not so bad), but also to recognize void the data collected previously using it [3,5].

Summing up the interim, we can fix that if administrative regulation involves the collection, storage and processing of data (to find a regulation which it would not have meant extremely difficult), then transfer it into an electronic form prior to the development of an information system should:

- determine the composition of the data to be taken into account in electronic form;
- Identify regulations dealing with credentials and credentials events leading to the collection, alteration, destruction or transfer data to third parties;
- define the requirements for technical facilities and software maintenance, tailored to the electronic form of accounting;
- Identify organizational requirements that are specific to the electronic forms of accounting.

The material in this lecture examines the methodology dealing with administrative data, would greatly arrest became widespread problems - those that are self-evident in the "abstract conversation" and reproduced in daily practice.

Ideally, the application of the methodology requires a change in federal regulation. Nevertheless, much of it can be successfully applied at the local level [3,5].

The proposed allocation of methodology is clear from the administrative proceeding systematically carried out the collection, storage and processing of administrative data (state registration activities) and consideration of this activity as a key in the design of public information systems (and wider - at reforming the administration).

The proposed methodology is the explicit allocation of an administrative process, systematically carried out the collection, storage and processing of administrative data (state registration activities) and consideration of this activity as a key in the design of public information systems (and wider - at reforming the administration).

The system by which public servants carry out the systematic collection, storage and processing of administrative data, called the account [5,6].

The accounting system includes:

- recorded data;
- regulations (laws and other normative legal acts, such as administrative processes and procedures, contracts, etc.), determine the objectives, scope and terms of credentials;
- Regulation of accounting (which can be both standard documents Accounting organizer and parent organizations);
- organizational structures and personnel records and organizer Registrars;
- means for accounting, including the office, engineering equipment and computer programs, as well as source code, system and user documentation of computer programs.

It should be noted that the definition does not directly include the requirement of reliability of accounting data. Systematic work on the collection and storage of data which is carried out properly, is still an "account", and the accuracy of such an approach is "external" to the requirement of the accounting system.

It is further proposed to consider the components outlined above account in more detail [5,6].

Under the subject of accounting refers to the objects (people, events, legal facts, actions, events, and their legal status), in respect of which a decision on the conduct of the collection, processing and storage. For example, the subject of cadastre are the properties, subject to passport registration - individuals. The organizer of the account - the person performing the collection, processing and storage of credentials alone or authorize or require another person to carry out this work in whole or in part. When creating an information system organizer account should be fixed in regulations and accounting system have the necessary powers within the security role model.

The most important concept in accounting methodology is an accounting event. It refers to any changes in the administrative data. Change credentials only possible as a result of the events specified in the rules of accounting. It is important that an event is to include any changes to the data, even such as bug fixes or typos etc. An important property of an event is - without his letters of recall: metered before the event can not be "withdrawn." "Overcome" it can only other user event.

Since the change of administrative data has legal consequences that its membership should include all significant terms of execution time limit is. These include time changes, the official who made the change, matching the visa and the date of their appearance, as well as other supporting data, such as, for example, the date of introduction of the accounting system in operation, the preventive or emergency downtime, etc. service data [5,6] .

Credentials should be necessary and sufficient to achieve the statutory purposes of accounting (necessary to exclude data redundancy).

They should be linked with statutory accounting items; the collection and storage of accounting data must be possible to identify the subjects of accounting, which include stored data. It is not recommended to bind a person to provide for public accounting data already recorded in the other systems of public accounting, in such cases it is advisable to establish rules governing the exchange of data between accounting systems. At the same time there should be no transfer of data between different accounting systems without direct regulatory permission for such action [5,6].

The regulatory framework should define the account:

1. Subject of accounting.
2. Composition of credentials.
3. Organizer's account.
4. Rights and obligations arising from, modified or terminated in connection with title credentials events.
5. Rights and obligations, occurrence, change or termination of which should be reflected right supporting accounting events.
6. Rights and responsibilities of state and local governments to collect and provide data.
7. The rights and obligations of the other parties to provide data to the accounting system.
8. The rights and obligations of the organizer of the records in terms of entering into account collected (received) data, denial of data entry, the request for additional data.
9. The rights and obligations of the organizer's account in the provision of access to the data records.
10. The rights and responsibilities of state and local authorities in terms of access to these records.
11. The rights and obligations of persons whose data are recorded in terms of access to the data records.
12. The rights and duties of an indefinite number of persons in terms of access to the data records.
13. Obligation of the organizer accounting for disclosure of accounting regulatory framework. Activities on conducting public accounting should not go beyond the powers established by the regulatory framework of accounting. Similarly, no person shall be obliged to provide information for the public accounting other than at the request of the law [5,6].

There are cases where the automated system does not allow civil servants to carry out the provisions of regulations due to the limitations of algorithms or interfaces

of the computer programs used for record keeping as well as the presence of these errors.

To address the limitations of operational algorithms, interfaces or correct errors in the software of the electronic accounting system must meet certain requirements:

- availability of the organizer accounting source code of computer programs;
- availability of the organizer copyright registration of property rights, sufficient modification of computer programs;
- availability of the organizer accounting technicians (or current contract with an external contractor) can quickly modify and test the modified computer programs;
- presence of the operational regulations of commissioning modified computer programs (re-introduction).

Described in the previous section, the compulsory registration of computer programs should also cover updates and patches of computer programs that provide accounting [5,6].

If you find errors or limitations in computer programs that provide accounting, responsibility for their prompt correction falls on account of the organizer, and if required by civil law contracts signed with foreign artists - these artists (under the contract).

Regulations defining the conduct of public accounting, control procedures should include computer programs that provide accounting for the presence of limitations and errors, which may lead the damage to the rights and legitimate interests of third parties.

Regulations defining record keeping should include procedures for public disclosure of information about the bugs in computer programs or equipment, and procedures for notification of persons whose interests it could be harmed by these errors.

To accomplish this, properties of the system of electronic registration must meet the complex requirements of information security, including the key:

- integrity (immutability) and indestructibility (safety) accounts data;
- the availability of accounting data and the confidentiality of authorized persons for other persons;
- non-repudiation of accounting events (non-repudiation or time of the action);
- identifiably perpetrators user action.

The specificity ensure the authenticity of electronic administrative data, as well as the necessary technical and organizational mechanisms are considered.

One of the major activities to create public systems of electronic records is to identify the actual leaders in the electronic collection, storage and processing of administrative data.

The objectives of this phase are:

- Creation of a formalized description used by civil servants administrative data and procedures associated with them;
- Identifying duplicate and redundant data collection;
- Identifying incomplete regulatory framework of accounting and its regulations reference;
- Preparation and implementation of an appropriate action plan.
- Work on identifying actual ongoing surveys include:

- Analysis of legal and organizational documents for availability requirements for the collection, storage and processing of administrative data;
- Review instructions, instructions (including verbal or informal) the collection and storage of data, and in fact "established traditions";
 - conducting "field" research to identify actual used in the activities of employees data and the procedures for their collection;
 - Delimitation of automatable activities: definition organizational structure, classification of external actors;
 - A description of the external interface technology (if necessary integration with external systems).

In the case of electronic text or spreadsheet document its contents can be modified using conventional office editors. The operating system can change the date and time of the document file. Text or table editors can insert "name" of the computer owner as the details of the document, but the prop is unprotected field, which can be edited in the file manager of the operating system. Themselves figures do not bear the reflection of individualization and Plenipotentiary of the author, which distinguishes them from the data on paper (especially handwriting, the power and angle of the pen pressure, the ink used). We all have "electronic writing" is identical [5,6].

Issues relevant for information systems that store data centrally. For example, in databases. Details of electronic documents indicating the time of the adoption and official are the same field entries, as well as other information. In many software products, the ability to modify these fields only limited functionality of the user interface. Download from the developer database utilities to directly edit a table, it is possible to bypass the limitations of the client interface to modify the details of the electronic data, without leaving any traces. Correct implementation of security systems, providing divestiture access to the data layer also does not guarantee the reliability, since full access (as to the information of the system and to data stored therein) have technical and service personnel. It administrators, system programmers, technical support developer, as well as other employees who have access to the physical components of the system-wide and application of information systems.

Thus, by itself commit the information on an electronic medium does not ensure the reliability of any of the data (in this sense it is not a "fixation"), or persons who created or modified[5,6].

References

1. *William J. Bennett*, "Technology in Education: This Changes Everything (Except the Most Important Things)," Speech to the Education Leaders Council, spring 2001.
2. *James Coyle*, "Final Answer?" Electronic School, www.electronic-school.com, March 2001.
3. *Carol J. Brown*, "Online Classroom Assessment Project: Evaluation Report #1," prepared for the Bill and Melinda Gates Foundation by Fouts & Associates, July 1, 2002,16.
4. *Randy Bennett*, "Using Electronic Assessment to Measure Student Performance," National Governors Association Center for Best Practices Issue Brief, Jan-uary 2, 2002, 7.

5. *Dan Carnevale*, "Union Offers Warning on Distance Education," *Chronicle of Higher Education*, September 14, 2001, 390.

6. *Mary Axelson and Lawrence Hardy*, "Learning Online: As Web-Based Curriculum Grows, Are Textbooks Obsolete?" *Electronic School*, June 1999.

© *D.Nurjabova*, 2016

UDK 05.01.04

D.Nurjabova

*Tashkent University of Information Technologies Karshi branch ,assistant
Karshi,Uzbekiatan
dilnuradil@umail.uz*

E-GOVERNMENT SERVICES: ORGANIZATIONAL SOLUTIONS

Key words: e-Government, public services, quality issues, information public services, interactive public services

This article is devoted to e-government services: conditions factors, organizational solutions. In accordance with the trends of world development mankind has entered the information age. In socio-economic terms, information age is manifested through a new social formation, called "information society".

E-GOVERNMENT УСЛУГИ: УСЛОВИЯ ФАКТОРЫ, ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ

Ключевые слова: электронное правительство, общественные услуги, вопросы качества, информационные общественные услуги, интерактивные государственные услуги

В данной статье посвящена концепция e-Government и практические примеры сервисов для граждан и организаций В соответствии с тенденциями мирового развития человечество вступило в информационную эпоху.

"Full" electronic state service (all or almost all stages of interaction remotely in electronic form, provided legal significance; provided access to all citizens, regardless of how you access and use the software and hardware platforms) may be provided under certain conditions listed below[1, 4, p 25].

Channels of communication can be portals of public services, mobile and TV portals, centers of government services, call centers and information kiosks. Each of the tools imposes certain requirements for the organization of content, content management systems, systems of identification and authentication systems of collecting statistics appeals, etc.

The most difficult task is to ensure accurate identification of the service recipient and officials, as well as the authorization (for empowerment, for example, to read data, but not change them). The most reliable tool for the identification of a digital signature. The world also used simplified versions: the use of a set of personal data recipient of the service (ie a total unknown to potential attackers, but available to the public authorities), the use of personal data in conjunction with financial data (bank account) citizen, issuing in public places personal login and password[5,7 p 27-36].

For citizens-Cooperation between government bodies and citizens, which provides getting services quickly, ease use, easy access to government services. For instance, to make inquiries, Visa and distribution of permission certificate, registra-

tion of legally important events in human life. This component is determined to provide an inventory of all public services to citizens via the Internet, often through the formation of a single government portal, working with one or more databases. Through this portal the citizens in a convenient and accessible form can get all the information about the activities of the government, as well as to express their wishes or claims or to fulfill their civic and social responsibilities, such as participation in elections, etc.

For Businessman and investors -Cooperation between government bodies and business that allows faster passage of the harmonization process, eliminate the need of usage paper documents and thus accelerate the process of collecting and processing relevant information. All in all, government bodies with partners in the face of commercial organizations will be able to provide their channels to create an integrated service delivery system. Reduces the expenses of government bodies due to better use of technology, open and transparent public procurement system. G2B, balances the expense of electronic government system, making it appropriate. After the module "government-to-business" not only simplifies the implementation of standard procedures like filling declarations or registering credits. Its main feature - at the expense of simplicity, speed up and automate the process as much as possible to encourage people to create their own business. Since it is the private capital is the driving force behind the development of the country, not only economic but also social, cultural, technological and scientific development, it is the module G2B e-government prevents stagnation in each of these spheres of society. Government regulation of business - it's the state's influence on the activities of business organizations in order to encourage and ensure the normal conditions of their functioning. World experience shows that business can fulfill its economic and social role only if the government support comprehensively.

For Foreign Citizens- Since the Republic of Uzbekistan gained its independence, the internal policy retrieved its own development model. This unique model earned a high score worldwide and strengthened the authority of our country.

The foreign policy of the country is simply based on Constitution, the Law "On the Concept of foreign policy activity", "about international agreements" and other regulatory legal acts as well as the reports of the President I. A. Karimov .

The first objective of Uzbekistan's foreign policy is building a democratic society, enhancing national security, raising the country's role in international arena, gradual development of national economy, and at last to make the country in the list of developed countries. Uzbekistan was, is and will be a supporter of the peace, having basic principles to make peaceful decisions in tense and controversial problems without taking power methods or threatening other countries.

Our country is having open, balanced and pragmatic foreign policy. The foreign policy aims to develop equal-righted and beneficial relationships with other countries relying on international norms and agreement at the same time focusing on our nation's preferences. Uzbekistan is in cooperation with other countries aiming to support safety and peace.

Our country is a member of more than 100 international organizations, actively struggling against terrorism, religion extremism, drug-trade and human-trade.

Since establishing its independence, Uzbekistan gained great success in all of the spheres. Nowadays Uzbekistan is gradually developing.

Cooperation between government bodies, which allows using modern technology to improve internal and external communications between the government bodies and rebuild their activities on the basis of an integrated, but not fragmented service delivery. This will reduce expense and improve working efficiency, also avoiding delays in production and increase the motivation of employees. This is the basis of all the work of E-Government, consisting of the internal government network linking all government bodies, within the scope of forming the government data bases, where accumulates all government information, including a database of individuals and organizations operating in the country[7,11].

Public services can be defined as the interaction of an individual or organization with the state authorities, which results in the emergence, modification or termination of rights or powers. For public services, for example, refers issuance of your passport, residence registration, the adoption of a tax return, etc [8,13].

The main parameters that determine the quality of public services should be considered:

- accessibility of public services - to gain access to the appropriate service at a convenient time, with no technological or other discrimination;
- transparency of the service provision - the rules unambiguously and clearly defines the procedure for obtaining services;
- speed of service - while waiting for a decision or response;
- time spent recipient of services - the time spent on the service recipient waiting in line, filling out forms, gathering of visas to the document, etc .;
- corruption potential procedures - precise regulation of the actions of public servants, as well as reducing the number of personal contacts between employees and beneficiaries.

The electronic form of interaction between the state and beneficiaries with proper implementation is a powerful tool for improving the quality of governance as it allows:

- provide public services remotely (for example, through a network of Internet), making services more accessible and reduces the number of personal contacts between civil servants and beneficiaries;
- provide public services faster and in fewer iterations by automating administrative processes of individual elements.

Public services electronically processing, transmission and dissemination of information, should be called "e-government services."

Information services include the provision of public information for citizens (for example, about the time work on the list of documents required to obtain the services on the terms of benefits, the timing, the procedure of appeal, etc.) and documents (for example, the official application form for the restoration lost passport). News on public services is a fragment of the administrative regulation of online public services. Information public services do not imply organizational and technological integration of departmental information systems, and therefore any program of e-government begins with this stage.

To informative public services were useful to citizens, they should be the most important (and often non-obvious) feature:

Information on information portals should not be static (published and true only at the time of publication) and dynamic (current, automatically opens from the corresponding information systems). Only this approach ensures the relevance of information services and their usefulness to the citizens[12,13].

In addition, this approach is less expensive (compared to "manual" or the more publication providing information "on demand"), and when he lets go in the future online services.

Interactive public services involve two-way communication between the public authorities and citizens or organizations in electronic form, including having legal consequences.

For the implementation of interactive services is not enough to provide automatic disclosure of relevant information systems. It should also be implemented and reverse feature: acts committed by recipients of services on the portal should make changes directly in the accounting information systems of the authorities. The implementation of this simple properties of the formulation is usually the greatest technological and organizational difficulties[13,14].

Portals public services are not the only instrument (channel) of e-government services. Such tools include:

- centers of public services (operator service);
- information kiosks (access terminals with touch screens, located in public places);
- access via mobile terminals (mobile phones, smartphones);
- call centers (telephone access to public services);
- access by remote control the television receiver (in networks interactive digital television).

Administrative data - this data, the composition of which reflects the rights and duties of an individual or organization. In addition to establishing or confirming the rights of administrative data are the basis for the performance of public officials of their duties established by regulations. On the other hand, the fact that the execution of these functions is also fixed by means of the administrative data. In general, administrative data - is data on individuals, physical objects, facts. Administrative data have a number of significant differences from other types of data, for example, personal letters or from data collected by commercial organizations. The most important of them is that on the basis of their decisions affecting the rights and responsibilities of each. In the field of public law, nothing should be done arbitrarily people. All decisions should be made on the basis of regulations that prescribe the specific grounds for the decision-making by public officials. For example, upon presentation of a national civil servant corresponding documents on family financial insecurity latter shall take a decision on allocation of budget funds. The basis for such a decision will not sympathy for the applicant and it is really difficult economic situation[14,15].

Thus it may be noted that any administrative process (regulation) is built around the data of different nature, a part of which is the basis for the actions of employees, and others - with the result and confirmation of these actions. Moreover, it is no

exaggeration to say the essence of administrative rules that change according to certain rules of certain administrative data.

This is easily seen if we recall the definition of "public service", the most important feature of which is the "emergence, modification or termination of rights, powers of a natural person or organization." Other way reflect "the emergence, modification or termination of rights, powers" than using administrative data stored in the registers, registers, inventories and accounting systems do not exist [14,15].

It is obvious that the administrative data on which public servants make decisions entailing changes in someone else's rights or obligations must:

- have a high reliability;
- be prepared by Mr. Proper execution of all procedures (collection, storage, data processing), since Based on data collected in violation of the law, may not have legal force.

Why waste time on account of a seemingly obvious? The answer to this question is easy to formulate. It is enough to recall the properties introduced in the activities of the authorities of automated information systems. In the majority of cases the state automated system, including specially created for the collection, storage and processing of administrative data, there are "parallel" legislation does not provide neither the law nor the accuracy or compliance with statutory procedures. Many automated systems do not even entered into official operation, and among those who are "lucky" to be exploited officially negligible indeed "legitimate." What kind of law can say, if only identifier of the automated system is normally the name (for example, "Unified State Automated Information System") without fixing the source code, checksum, compilation and assembly[13,15]?

But without these "minor details" to identify the automated system can not be a matter of principle!

For those who still doubt, we can offer a simple thought experiment. What normative act prescribed conduct "mini base" of data in a tabular editor (or in a more complex software), for instance, issued and revoked licenses, concessional travel, government contracts, or prisoners of personal data and contact the authorities a formal request to the citizens? What are the technical means provided by the accuracy of the data? And what legal force will have paper statement (signed and sealed), formed on the basis of a "perfect" database?

Blind copying of corporate experience of information has led to uncritical reproduction approaches the private sector, including working with administrative data. Simply put, if one of the key values of corporate ERP- or CRM-system is the collection and processing of any benefit to the company's business data is in the public sector the problem is almost the opposite. In the public sector it is necessary to exclude the collection and storage of data except for the collection and storage of which are directly required by law. Ignoring the specifics of this leads to a number of systemic and reproducing issues in different departments [14,15].

The collection, storage and processing of administrative data in the organs of state power and local self-government is conducted everywhere, but is known by different names. Civil registration, cadastral registration of land and real estate, registration of licenses issued, records of incoming and outgoing documents, registration of visas in the process of implementing document management, accounting

and the calculation of performance and efficiency of budgeting, personal account of the population, account targeted benefits - these are just a small part of the list systems of public accounting. As a result, instead of reducing the burden on public employees by automating actually operating costs of their work only grow, as you have to keep in parallel electronic and traditional ("paper") processes [14,15].

References

1. O'zbekiston Respublikasi Qadrlar tayorlash milliy dasturi//Oliy ta'lim.Meyoriy hujjatlar to'plami.-T:Sharq, 2001.

2. *Qayumova.N* "Ta'lim texnologiyalari"fanidan o'quv-uslubiy majmua TATU Qarshi filiali,2011y

3. "Elektron darslik va elektron o'quv qo'llanmalari elementlariga texnik,gigienik va ergonometric talablar" Toshkent 2015.

4. *Jason Miller*, "SBA's New Portal Portrays OMB's Idea of e-gov," Government Computer News, January 7, 2002, www.gcn.com.

5. U.S. Small Business Administration, "Business Compliance One Stop Projected Cost Savings," provided by Ron Miller, May 30, 2003.

6. *Fred E. Foldvary and Daniel B. Klein*, The Half-Life ofPolicy Rationales: How New Technology Affects Old Policy Issues (New York: New York University Press, 2003), Introduction.

4. In addition to publishing the grades, OSHA would publish standards and best practices and provide detailed assistance in the form of the expert advisors on how businesses can make their workplaces safer.

5. *Carole Keeton Rylander*, "Smaller, Smarter, Faster Government," Recommendations of the Texas Comptroller, e-Texas Report, December 2000, Volume 2,398.

6. The reengineering included redesigning key business processes, integrating software, deploying customer relationship management (CRM) software, and restructuring the department's organization.

7. "e-government: The Next American Revolution," report based on findings of a survey conducted by Hart-Teeter for the Council for Excellence in Government, January 2001 and August 2000, Washington, D.C., 22.

8. *Stephanie Sanford*, "William Bennett: Education Philosopher," Converge Magazine, September 2001.

9. *Henry Mitchell*, "Higher Impulses, Animal Instincts," Washington Post, April 8,1988, D2.

10. *David Cohen*, "What price a 'proper' education? Albert Einstein, Jessica Mitford, Gerald Durrell—all gifted, passionate, shining—and none of them went near a classroom. What does that tell us?" Independent (London), July 30, 1996, 2. Note that the claim about Einstein in the headline is false; Einstein's academic difficulties have been greatly exaggerated. He did quite well in his classes, with the exception of courses requiring a great deal of memorization.

11. *Romesh Ratnesar, Sally B. Donnelly, and Aisha Labi*, "Lost in the Middle: While America's Schools Focus on the Needs of High Achievers and the Learning Disabled, Average Students are Falling through the Cracks," Time, September 14, 1998, 60.

12. *Daniel H. Pink*, "School's Out," *Reason*, October 2001, 32.
13. *Greg Nadeau*, "The Conversation in Cambridge," *Converge*, June-July 2002,33.
14. *Toya Lynn Stewart*, "Individual Success," *Dallas Morning News*, August 25, 2000,1M.
15. *William J. Bennett*, "Technology in Education: This Changes Everything (Except the Most Important Things)," Speech to the Education Leaders Council, spring 2001.

© *D.Nurjabova*, 2016

УДК 519.67

Е.В. Овсеян*

** Овсеян Елена Владимировна, магистрант*

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета, Россия, г. Шахты
ovseyan.elenka@bk.ru; alenka092@bk.ru*

Д.В. Медведев*

Медведев Дмитрий Викторович, к.т.н., доцент

*Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) Донского государственного технического университета, Россия, г. Шахты
medvedev@sssru.ru; dmitry.medvedev@mail.ru*

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РАСПРЕДЕЛЕННОГО УПРАВЛЕНИЯ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ

Ключевые слова: распределённое управление; системы массового обслуживания; широкополосные системы; поток управления; телекоммуникационные системы.

Рассмотрены вопросы, связанные с постановкой задачи распределенного управления в телекоммуникационные сети. Показана необходимость использования среднего времени пика в качестве одной из характеристик трафика при расчете средней скорости передачи управляющей информации.

Одной из основных задач при разработке систем управления сетями является определение минимального количества управляющей информации, необходимой для поддержания требуемой эффективности управления. Однако решение данной задачи в сетевой интерпретации связано с целым рядом трудностей [1-3].

Сеть передачи данных обычно характеризуется двумя особенностями: географической рассредоточенностью ресурсов и пульсирующим характером трафика. При этом под ресурсами телекоммуникационной сети понимаются пропускные способности каналов связи, вычислительные мощности и емкость памяти в узлах коммутации. Эти ресурсы должны использоваться коллективно в режиме разделения времени.

Таким образом, система управления должна обеспечивать коллективный доступ к ресурсам телекоммуникационной сети в режиме разделения времени, при котором ресурсы предоставляются большому числу пользователей, каждый из которых предъявляет относительно небольшие требования к ее ресурсам, но которые в совокупности определяют общий профиль нагрузки на телекоммуникационную сеть, обеспечивающий равномерное и эффективное их использование в силу сглаживающего эффекта больших популяций (закона больших чисел) [4].

Общая задача системы управления — достижение эффективного коллективного использования ресурсов множества устройств географически распределенной системы, в которой запросы на доступ к ресурсам возникают от асинхронных процессов, в существенно неравные промежутки времени [2].

Примером такой распределенной системы является автоматизированная система контроля и управления энергопотреблением абонентов, использующая телекоммуникационные сети для сбора телеметрической информации и передачи команд управления.

Предложенная система реализует гибкий алгоритм управления потреблением электроэнергии в сетях напряжением 0,4 кВ. Управляющее воздействие на процесс потребления электроэнергии оказывают исполнительные абонентские устройства (ИАУ), которые размещаются у каждого из абонентов, заменяя традиционные индукционные счетчики электроэнергии. В состав ИАУ входят радиоприемник команд управления пейджингового протокола POCSAG (1), измерительные преобразователи напряжения (2) и тока (3), аналогово-цифровые преобразователи (4,5), микроконтроллер (6), блок индикации (7), энергонезависимая память (8), часы реального времени (9) и устройство отключения цепи нагрузки (10). (Рис.1)

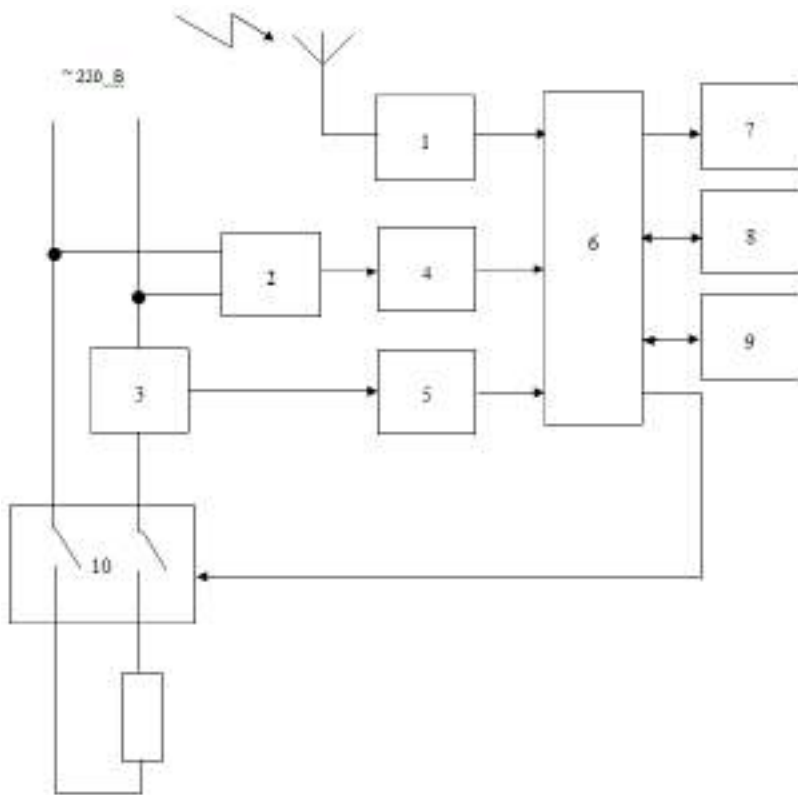


Рис 1. Структурная схема ИАУ

Радиоприемник команд управления 1 через магнитную или внешнюю антенну получает радиокomанды управления, фильтрует и преобразует их в цифровые сигналы протокола POCSAG, обрабатываемые в дальнейшем микроконтроллером 6.

Измерительный преобразователь напряжения 2 содержит датчик напряжения, выполненный на основе RC – цепи, включенной параллельно цепи нагрузки 9. Выход датчика напряжения подключен на вход масштабирующего операционного усилителя, преобразующего сигнал, пропорциональный напряжению в цепи нагрузки, к измерительному диапазону аналого-цифрового преобразователя 4. Измерительный преобразователь тока нагрузки 3 содержит датчик тока, выполненный в виде трансформатора тока (ТТ), первичной обмоткой которого является один из проводов цепи нагрузки. Вторичная обмотка ТТ подключена к масштабирующему усилителю, преобразующему сигнал, пропорциональный току нагрузки к измерительному диапазону аналого-цифрового преобразователя 5.

Аналого-цифровые преобразователи 4 и 5 представляют собой 16-разрядные дельта-сигма АЦП в составе микросхемы AD7755 с внутренним перемножением и частотным выходом. Микроконтроллер 6 (восьмиразрядный микроконтроллер PIC16F876 фирмы Microchip) преобразуют импульсы от AD7755, пропорциональные напряжению и току нагрузки в цифровой код и обрабатывает его в дальнейшем.

Энергонезависимая память 8 хранит информацию о настроечных параметрах измерительных цепей ИАУ, адрес (номер) устройства в системе, коэффициенты масштабирования, значения временных интервалов между измерениями, время переключения тарифов, уставки срабатывания по измеряемым параметрам, полученные ИАУ команды из центра управления АСКУЭ, измеренные значения электроэнергии, остаток лимита электроэнергии и др.

Часы реального времени 9 необходимы для реализации режима многотарифности. Устройство отключения 10 выполнено на основе УЗО (либо в виде сильноточного реле) и управляется сигналом с порта микроконтроллера 6.

Стоит отметить, что в данном случае управление не может быть централизованным при сколь угодно широкополосной системе из-за неизбежно возникающих задержек при передаче управляющих воздействий вследствие конечности скорости распределения в протяженных каналах.

Рассмотрим широкополосную телекоммуникационную систему C . Скорость передачи информации доступная пользователю любой из служб C представляет собой стохастический процесс $\xi(t)$ и имеет вероятностное описание. В силу физических причин в системе всегда существует ограничение максимальной скорости передачи [2]:

$$\xi_{\max} = \max \xi(t)$$

Средняя скорость передачи информации за время сеанса:

$$\varepsilon = M[\xi(t)] = \frac{1}{T} \int_0^T \xi(t) dt.$$

Также при использовании соединения вида «точка-точка» в качестве характеристики трафика, позволяющей оценить необходимую пропускную способность звеньев сети, можно использовать берестность [5] или коэффициент пачечности $B=r_{\max}/\varepsilon$, где r_{\max} – максимальная пропускная способность системы. Однако данная характеристика не позволяет оценить скорость развития случайного процесса $\zeta(t)$ во времени, так как не связана с его спектральными, а следовательно и корреляционными свойствами.

Чтобы учесть временной масштаб $\zeta(t)$ для описания скорости передачи информации вводится еще одна характеристика трафика – среднее время пика T_p .

При этом, если ряд трудностей, связанных с возникновением локальных перегрузок в сети, может быть преодолен за счет развития внутрисетевой организации, то влияние трафика на параметры C требует дополнительных исследований.

Библиографический список

1. Фетисов В.Г., Сапронов А.А., Медведев Д.В. Аналитические методы в нелинейных динамических системах контроля и учета электроэнергии // «Математические методы в технике и технологиях»: Сборник научных трудов - Ростов-на-Дону: РГАСХМ, 2003. – с.52-54.
2. Медведев Д.В., Фетисов В.Г. Основы математического моделирования. – Шахты: Изд-во ЮРГУЭС, 2004. – 116 с.
3. Медведев Д.В. Методика построения моделей автоматизированных систем управления технологическими процессами // Изв. вузов Сев. - Кавк. регион. Техн. науки. 2004. Приложение №6 – с.53-56.
4. Клейнрок Л. Вычислительные системы с очередями. – М.: Мир, 1979. – 600 с.
5. Ершов В.А., Еришова Э.Б., Ковалев В.В. Метод расчета пропускной способности звена Ш-ЦСИС с технологией АТМ при мульти сервисном обслуживании // Электросвязь. – 2000. – №12. – с. 20-23.

© Овсепян Е.В., Медведев Д.В., 2016

УДК 051

А.В. Озеркова*

**Озеркова Александра Владимировна, студент*

*Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»), г. Смоленск
ozer0112@mail.ru*

А.Ю. Пучков*

**Андрей Юрьевич Пучков, к.т.н., доцент*

*Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» (филиал ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»), г. Смоленск
putchkov63@mail.ru*

СОЗДАНИЕ ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА СБОРКИ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ключевые слова: имитационное моделирование, оценка адекватности модели, системы массового обслуживания, оценка эффективности модели

В настоящее время большинство производственных организаций сталкиваются с проблемой автоматизации процессов производства. В данной работе представлено моделирование, построенное на имитации процесса сборки готовых изделий. Результатом работы является создание модели, которая заключается в обеспечении требуемого распределения времени обслуживания агрегатов на каждом этапе сборки.

Имитационное моделирование является эффективным методом исследования сложных систем со случайным взаимодействием элементов, таких как транспортные потоки, многоступенчатое промышленное производство, распределенные объекты управления. Принцип имитационного моделирования заключается в том, что поведение системы отображают компьютерной моделью взаимодействия ее элементов во времени и пространстве. Моделирование является сложным многоэтапным процессом исследования систем, направленным на выявление свойств и закономерностей, присущих исследуемым системам, с целью их создания или модернизации. В процессе моделирования решается множество взаимосвязанных задач, основными среди которых являются разработка модели, анализ свойств и выработка рекомендаций по модернизации существующей или проектированию новой системы [1].

Для моделирования процесса сборки готовых изделий было выбрано имитационное моделирование, основанное на теории массового обслуживания (СМО). Математическое описание процесса в этом случае задается как совокупность источников заявок и каналов их обслуживания, а также очереди. Моделирующий объект многократно воспроизводит изучаемый случайный процесс, накапливает сведения о его динамике и после обработки обеспечивает оценку показателей работы системы [2].

Выбор же данного способа моделирования объясняется следующим:

- Во-первых, необходимо построить модель, описывающую процессы так, как они бы проходили в действительности, чтобы ее можно было «проиграть» во времени как для одного испытания, так и заданного их множества. Также необходимо, чтобы результаты определялись случайным характером процессов, а в итоге получалась достаточно устойчивая статистика.

- Во-вторых, отсутствие возможности экспериментировать на реальном объекте.

- В-третьих, невозможно построить аналитическую модель, так как в системе есть время, причинные связи, стохастические переменные.

- В-четвертых, необходимо симитировать поведение системы во времени.

На сегодняшний момент времени под системами массового обслуживания (СМО) принято понимать любые системы, предназначенные для обслуживания какого-либо потока заявок, то есть это система, в которой, с одной стороны, возникают массовые запросы (требования) на выполнение каких-либо услуг, а с другой происходит удовлетворение этих запросов.

Рассмотрим по отдельности каждый элемент СМО для мебельной фирмы ОАО «Лагуна». Данная организация специализируется на сборке и продаже мебельной фурнитуры. Таким образом, рассмотрим процесс сборки готовых изделий и начнем с входного потока.

Входной поток требований - это временная последовательность событий на входе СМО, для которой появление события (требования), подчиняется вероятностным (или детерминированным) законам. Например, если требование на обслуживание приходит в соответствии, с каким-либо графиком, то такой поток является детерминированным, однако на практике поступление требований чаще всего подчиняется случайным законам.

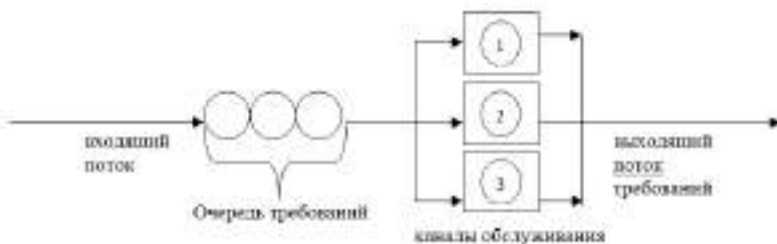


Рис. 1.1. Структура СМО

Для заданной системы входным потоком будут являть агрегаты двух типов, поступающие в сборочный цех. Рассматриваемый поток обладает ограниченным последствием, так как интервалы t_i между собой независимы, при этом он также является еще и нормальным, так как распределен по нормальному закону.

Прежде, чем приступить к моделированию системы массового обслуживания, то есть к созданию требуемой программы, необходимо провести анало-

гию между реальными объектами, процессами предметной области и операторами языка GPSS.

Поэтому для того чтобы, провести анализ процесса сборки готовых изделий в цехе, а также для выработки рекомендаций, направленных на обеспечение с экономической точки зрения лучшего распределения рабочих между операциями, был составлен план машинного эксперимента, конкретными целями которого были следующие:

- обеспечение минимальных затрат, связанных с выплатой заработной платы, которая зависит от количества человек, работающих в сборочном цеху;
- обеспечение минимальных затрат, связанных с хранением агрегатов, которое зависит от времени ожидания каждого из них очереди на монтирование.

В конкретном случае целесообразней всего осуществить моделирование по времени, то есть следует задавать необходимый временной интервал, в течении которого будет функционировать система. Так как в качестве предметной области рассматривается сборка готовых изделий, осуществляемая рабочими цеха, то рациональнее задавать период работы системы равный году (12 месяцам, среднее количество рабочих дней 29, каждый из которых представляет собой 8 часовую рабочую смену), то есть 167040 единиц машинного времени, где 1 ЕВМ = 1 мин. Данного времени будет вполне достаточно, чтобы провести анализ заданной СМО и сделать необходимые выводы, на основе полученных, в процессе моделирования, результатов. Для управления продолжительностью прогона по модельному времени в GPSS используется сегмент таймера.

Перед началом запуска процесса моделирования в системе определяется число работников на каждой из соответствующих стадиях с помощью блока equ, который предназначен для описания констант, сами же работники в системе обозначаются NN№, где № - определяет место их работы в цехе.

Для моделирования процесса создания транзактов будем использовать блок generate. В связи с тем, что в данной системе используется два типа агрегатов, поступающие с различными временными интервалами необходимо использовать блок split. При этом, для того, чтобы отразить характер их поступления, который выражается в виде нормального закона распределения, перед направлением транзактов в необходимые блоки воспользуемся блоками задержки advance, в которых применим стандартную процедуру для задания вероятностного распределения, содержащейся во встроенной библиотеке языка GPSS. Таким образом, в двух блоках advance, в полях среднего значения интервала времени между моментами задержки, имитирующие поступление агрегатов в цех, необходимо указывать $(normal(1, m, s))$, где m - математическое ожидание, а s - среднеквадратичное отклонение.

После поступления агрегатов в цех они отправляются на соответствующие их типу операции настройки, которые в программе представлены устройствами OperaciaN1 и OperaciaN2. Для того чтобы осуществить обслуживание на данных операциях используются стандартные блоки языка GPSS.

Для сбора статистических данных, необходимых для того, что оценить экономическую эффективность в системе создавались таблицы Ochered и Ochered1, в которые заносились значения, путем отслеживания времени ожи-

дания транзактами своей очереди на обслуживание в соответствующем устройстве с помощью блока *mark*. При этом весь процесс моделирования ориентирован на перебрасывании агрегатов из блока в блок в зависимости от количества работников по средствам блока *transfer*.

При имитационном моделировании неизбежно возникает проблема обоснования возможности перенесения на исследуемую систему управления (СУ) выводов, полученных при функционировании модели. Под адекватностью же модели следует понимать степень отражения параметрами модели характеристик исследуемой системы с точностью, требуемой для конкретного исследования.

После этого в модель вносятся предполагаемые коррективы и о проверке адекватности можно не беспокоиться. В случае вновь разрабатываемой системы приходится прибегать к сложным процедурам оценки адекватности.

Для проверки адекватности построенной модели анализируемой системы построим гистограммы, которые бы характеризовали распределение транзактов при их поступлении в систему и при их обслуживании [4].

После проверки адекватности модели, были проведены машинные эксперименты, направленные на установление наиболее оптимального варианта работы программы. Проанализировав, полученные данные, была установлена тенденция увеличения издержек при увеличении количества рабочих, не смотря даже на то, что шло сокращение издержек, связанных с хранением агрегатов цехе.

Также на основании проведенного машинного эксперимента был установлен наиболее эффективный с экономической точки зрения вариант организации работы в сборочном цехе. Он предполагает при размещении на каждом этапе сборке располагать не более 1 сотрудника. В результате такой расстановке издержки становятся минимальными и составляют 2999991.756 ден. ед. в год. При этом количество разработанных изделий будет ниже, чем при других способах размещения работников.

И, наконец, можно отметить, что данная имитационная модель сейчас находится на стадии доработки, где идет процесс устранения выявленных при проведении экспериментов недочетов в работе программы.

Библиографический список

1 Алиев Т.И. Основы моделирования дискретных систем: учебное пособие. – Спб.: СПбГУ ИМТО, 2013. – 363 с.

2 Дуплякин, В.М. Княжева, Ю.В. Имитационное моделирование нестационарной системы массового обслуживания торгового предприятия // Вестник, 2012. - №41(174). – С. 79-85.

3 Евдокимова, Н. Л., Дмитриев, В.Л. Имитационное моделирование движения автомобилей на участке автостреды – [Текст]: Н. Л. Евдокимова, Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013) : сб. статей III международной заочной научно-технической конференции./ Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2013. – С.134-138

4. *Данилова, М. С.* Тестирование программного обеспечения и составление проектной документации – [Текст]: М. С. Данилова, Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015) : сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 1 / Поволожский гос. ун-т сервиса. – Тольятти : Изд-во ПВГУС, 2015. – С.220-223

© *Озеркова А.В., Пучков А.Ю., 2016*

УДК 004.72

М.А. Оразтаева*

**Оразтаева Мадина Айткеновна, магистрант*

Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина, г. Астана
ms.orzi@mail.ru

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПРОВОДНОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ НА ПРОТОКОЛЕ ZIGBEE

Ключевые слова: беспроводные сенсорные сети, протокол ZigBee, беспроводная глобальная сеть, программа Castalia, программа X-CTU.

Исследован протокол ZigBee, построенный на основе стандарта IEEE 802.15.4, с целью реализации построения беспроводной сенсорной сети для систем мониторинга. На основании проведенного исследования делается вывод об эффективности построения беспроводной сенсорной сети на базе протокола ZigBee.

Беспроводные сети, для которых характерно сверхнизкое энергопотребление и большое количество миниатюрных устройств, обменивающихся относительно небольшим количеством информации по протоколу ZigBee. Принципиальной отличительной особенностью беспроводных сенсорных сетей является принцип ретрансляции данных по цепи. Это позволяет собирать информацию со значительных объектов, превосходящих по своим размерам радиус связи одного элемента.

Для осуществления цели исследования поставлены следующие задачи:

- рассмотреть технологии беспроводных сенсорных сетей (БСС)
- выбрать наиболее подходящую аппаратуру для построения сети
- построение дискретно-событийной имитационной модели беспроводной сенсорной сети, позволяющей определять время доставки пакетов.
- провести анализ, оценить работоспособность и влияние помех и мощности передачи радиосигнала на работоспособность БСС

БСС являются одним из самых перспективных направлений развития современных телекоммуникационных технологий. Перспективны, их использования связаны как с заменой кабельной инфраструктуры на радиоэфир, так и с новыми функциональными возможностями. Благодаря таким характеристикам БСС, как миниатюрность узлов, низкое энергопотребление, встроенный радиоинтерфейс, достаточная вычислительная мощность, сравнительно невысокая стоимость, стало возможным их широкое использование во многих сферах человеческой деятельности с целью автоматизации процессов сбора информации, мониторинга и контроля характеристик разнообразных технических и природных объектов [1].

Вышеперечисленные особенности беспроводных сенсорных сетей обусловили целесообразность их применения при решении сложных задач в следующих областях:

- мониторинг телекоммуникационной инфраструктуры сетей,

- мониторинг транспортных магистралей (железных дорог, метрополитена и др.), нефте- и газопроводов, инженерных сетей энерго- и теплоснабжения,
- контроль и анализ транспортных грузопотоков,
- экологический, биологический и медицинский мониторинг,
- автоматизация систем жизнеобеспечения и системах класса “Умный дом”,
- выявление и предупреждение чрезвычайных ситуаций (мониторинг сейсмической активности и вулканической деятельности, анализ атмосферы и прогноз погоды для своевременного предупреждения о наступлении стихийных бедствий),
- и другие [2].

1.1 Аппаратное решение построения БСС.

Приемопередатчики компании Digi International Inc

В настоящий момент компания Digi предлагает для модулей XBee (рисунок 1) несколько вариантов сетевых протоколов – это IEEE 802.15.4, ZigBee-2006, ZigBee Pro и фирменный протокол DigiMesh. Основной режим работы модулей XBee – это работа под управлением внешнего микроконтроллера, управляющего модулем с помощью простых AT-команд или упорядоченных структур данных (режим API) [3].



Рис. 1. Внешний вид модулей XBee с различными антеннами

ZigBee-модули XBee являются готовыми к применению устройствами, способными самостоятельно объединяться в беспроводные сети с различной топологией — точка-точка, звезда, MESH (ячеистая сеть) [4]. Подключенный к сети модуль обеспечивает передачу данных на любой другой узел сети или на все узлы одновременно. Передача данных осуществляется по интерфейсу UART от внешнего хост-процессора, в качестве которого может выступать персональный компьютер или простейший 8-разрядный микроконтроллер. Благодаря встроенному ПО все операции по формированию сети, присоединению новых устройств, прокладке оптимальных маршрутов сообщений осуществляются автоматически, без участия внешнего микроконтроллера. В настоящий момент компания Digi предлагает для модулей XBee несколько вариантов сетевых протоколов — это стандартные стеки ZigBee-2006, ZigBee Pro и фирменный протокол DigiMesh.

Особенности программного обеспечения ZigBee версии 2x20:

- поддержка режимов API и AT;

- спящие конечные устройства с пробуждением по линии вывода или таймеру;
 - увеличенное число ретрансляций для адресных передач (команда NH);
 - расширенный идентификатор 64 бит PAN ID (команды EI, OE);
 - конфигурирование профиля ZigBee (команда ZS);
 - удаленное конфигурирование модулей в режиме API;
 - доступ к уровню ZigBee APS layer с помощью API-фрейма 0x11.
- Установка значений полей «APS endpoint», «cluster ID», «profile ID»;
- поддержка ZigBee-безопасности. Задание ключей шифрования «Network» и «link» [5].

Построена беспроводная сеть на основе ZigbeeMAC (или, точнее, IEEE 802.15.4 MAC) в программе Castalia. Рассмотрим работу Zigbee, когда функциональность гарантированного времени его слота (GTS) включена или выключена, а также, с временным изменением и без [6]. Для всех этих сценариев варьируется скорость пакетной представляемых узлов с различными наборами настроек.

Для задания параметров моделирования в системе Castalia используются конфигурационные файлы[] (обычно такой файл принято называть `omnetpp.ini`), располагаться такой файл должен в папке данного моделирования (у нас BANtest), которая в свою очередь должна находиться в папке Simulations системы Castalia.

На рисунке 2 Y ось показывает среднее количество пакетов полученные на узел (узел 0 принимает пакеты из нескольких узлов), X ось описывает скорость передачи для каждого узла, измеренная в пакеты / сек. Линия GTSon по Temporal с низкой интенсивностью движения кривой достигает максимума (например, 16 пакетов/сек/узел, 800 пакетов на узел). Обычно протокол работает лучше, при GTSon. Это то, что можно ожидать от схем TDMA, которые дают нам более эффективное использование беспроводной среде и снижения помех. Производительность полученных пакетов лучше, когда канал не имеет временное изменение. Скорость трафика достигает больших объемов, первые признаки насыщения заметны для GTSoff в общем случае.

Для моделирования графика с помехами в беспроводной сенсорной сети используются команды CastaliaResults и CastaliaPlot. В рисунке 3 можно четко увидеть отправление пакетов при параметре GTSon. Очевидно, что при GTSoff уровень помехоустойчивости высокий, так как количество отправленных пакетов заметно больше (рисунок 4).

Построив дискретно-событийную имитационную модель, которая определяет время доставки пактов, мы решили реализовать сеть в практической части, которая приведена ниже.

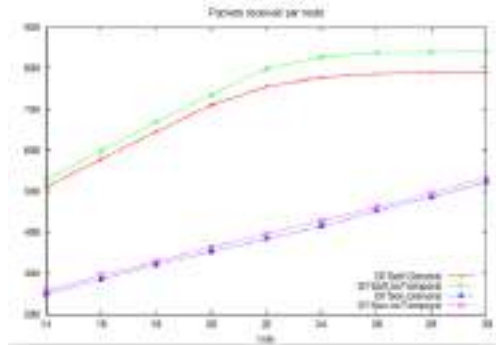


Рис. 2. Полученные пакеты на один узел при четырех различных настройк

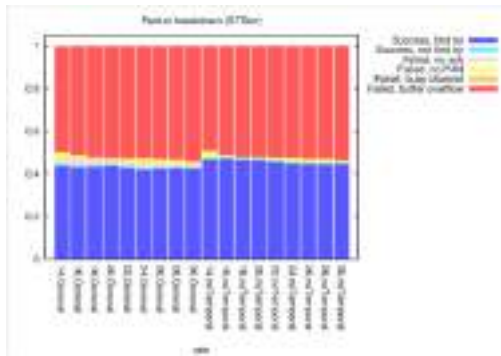


Рис. 3. Влияние помех на число полученных пакетов при GTSon

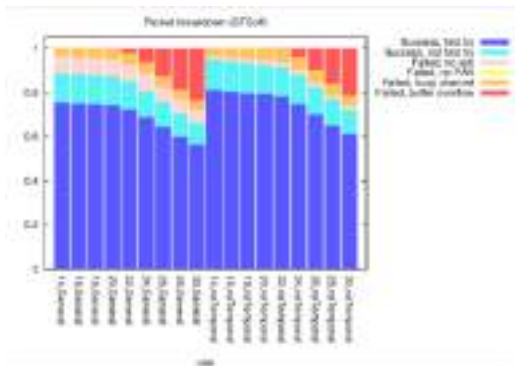


Рис. 4. Влияние помех на число полученных пакетов при GTSoff

Для реализации беспроводной сети на практике, соединен один модуль к плате NI ELVIS II+ и настроен как оконечное устройство, второй модуль был настроен в качестве координатора с помощью программы X-CTU (рисунки 5,6).



Рис. 5. Модуль Xbee установленный на плате NI ELVIS II+



Рис. 6. Модуль Xbee

Используя программу X-CTU, мы настроили модули и смогли обмениваться сообщениями в окне. Практическая модель БСС состоит в воз-

возможности использования полученных результатов для проектирования, планирования и расчета предельных характеристик беспроводных сенсорных сетей (рисунок 7).



Рис. 7. Прошивка модулей в программе X-CTU

Рассмотрены математические методы оценки надежности беспроводных сенсорных сетей. Для анализа была выбрана система моделирования Castalia, для которой были разработаны модули, позволяющие выполнить моделирование влияния помех и мощности передачи радиосигнала на надежность передачи пакета данных между двумя узлами и надежность сбора информации беспроводной сенсорной сетью. Результаты моделирования представлены в виде графиков и диаграмм.

Полученные результаты в целом соответствуют результатам других исследователей.

Таким образом, на основе проведенного исследования сделаны следующие выводы:

при оценке надежности передачи пакета данных между двумя узлами с увеличением уровня помех до определенного значения сильного падения надежности не происходит, надежность связи между узлами зависит от топологии, уровень мощности сигнала не влияет существенно на надежность;

при оценке надежности сбора информации сетью для рассмотренной сети колебания надежности не столь существенны при различных уровнях помех, что может быть обусловлено хорошими алгоритмами канального уровня.

Библиографический список

1. Nitaigour, P.M. (Editor) Sensor networks and configuration fundamentals, standards, platforms, and applications / P.M. Nitaigour // Springer. — 2007. — 510 p.
2. Кучерявый, Е.А. Принципы построения сенсоров и сенсорных сетей / Е.А. Кучерявый, С.А. Молчан, В.В. Кондратьев // Электросвязь, 2006. — №6 — С.10-15.

3. Беспроводные системы на базе сенсорных сетей для автоматизации объектов нефтяной промышленности / URL: <http://www.ipmce.ru/img/release/oil.pdf>.

4. *B. Heili* «ZibBee Alliance Tutorial», September/November 2005, www.zigbee.org.

5. *E. H. Callaway*. *Wireless Sensor Networks: Architectures and Protocols*. CRC Press, 2004.

6. *Y. Fun Hu*. “Wireless Sensor Networks: a Survey on the State of the Art and the IEEE 802.15.4 and ZigBee Standards”, *Computer Communication*, Volume 30, Issue 7, pages 1655-1695, 2007.

© *Оразтаева М.А.*, 2016

УДК 537.876.23

О.В. Осипов*

**Осипов Олег Владимирович, д.ф.-м.н., доцент*

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ), г. Самара

o.osipov@psuti.ru

Д.С. Ключев*

**Ключев Дмитрий Сергеевич, д.ф.-м.н., доцент*

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ), г. Самара

klyuevd@yandex.ru

А.О. Почепцов*

**Почепцов Андрей Олегович, аспирант*

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ), г. Самара

a.pochepcov@psuti.ru

Е.С. Резепова*

**Резепова Елена Сергеевна, магистрант*

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики (ПГУТИ), г. Самара

e.rezerova@psuti.ru

АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАМАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ОДИНОЧНЫХ И СКРЕЩЕННЫХ ТОНКОПРОВОЛОЧНЫХ СПИРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Ключевые слова: метаматериал, киральная структура, спиральный элемент, частотная селективность, концентратор СВЧ, электромагнитное излучение, азимутальное рассеяние.

Статья посвящена исследованию электродинамических характеристик планарных метаматериалов на основе тонкопроволочных одиночных и скрещенных спиральных элементов. Построена дисперсионная модель метаматериала на скрещенных спиральных элементах. Исследованы характеристики прохождения и отражения плоской электромагнитной волны от двух рассматриваемых видов метаматериалов. Доказано, что структура со скрещенными спиральными элементами обладает менее ярко выраженными киральными свойствами. Доказано, что оба метаматериала на определённых частотах позволяют преобразовывать нормально падающее СВЧ излучение в азимутальное рассеяние.

Введение. Метаматериалы – это композитные материалы, состоящие как минимум из двух разновидностей материалов, свойства которых «нехарактерны» для объектов, встречающихся в естественной природе. В настоящее время все метаматериалы принято подразделять на сверхвысокочастотные и оптические метаматериалы [1, 2].

В настоящее время активно проводятся теоретические и экспериментальные исследования метаматериалов, обладающих свойством киральности, которые, в частности, проявляют различные электромагнитные свойства при падении волн с различными поляризациями. Киральный метаматериал включает в свою структуру тонкопроволочные элементы, которые представляют собой одновременную совокупность электрических и магнитных диполей. В качестве электрических диполей выступают прямолинейные участки тонкой проволоки, в качестве магнитных диполей — кольцевые участки.

В работе [3] показано, что планарный метаматериал на основе диэлектрического контейнера с периодически размещенными в нём тонкопроволочными одновитковыми спиральными элементами, позволяет выполнять частотно селективное преобразование радиально (нормально) падающей СВЧ энергии в азимутальное рассеяние. Подобный эффект может быть использован при разработке планарных частотно селективных концентраторов СВЧ энергии, «фокусирующих» излучение у боковых торцов структуры [4].

1. Построение математической модели кирального метаматериала

В работе построены математические модели двух типов киральных метаматериалов:

- планарный метаматериал, состоящий из однородного диэлектрического контейнера, в котором равномерно размещены и хаотически ориентированы тонкопроволочные проводящие спиральные элементы с произвольным количеством витков спирали, рис. 1а;

- планарный метаматериал, состоящий из однородного диэлектрического контейнера, в котором равномерно размещены и хаотически ориентированы тонкопроволочные проводящие составные элементы, представляющие собой две спирали, накрученные на основание во взаимоперпендикулярных направлениях (скрещенный составной спиральный элемент), рис. 1б.

На рис.1 приведены геометрии двух указанных микроэлементов.

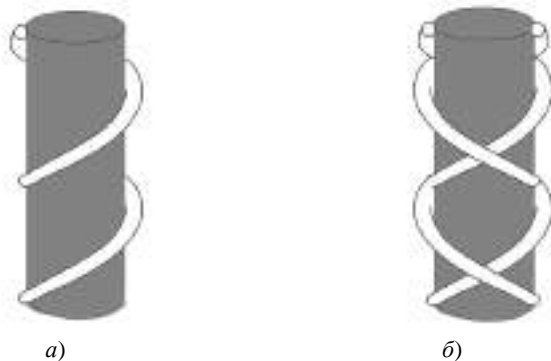


Рис.1. *Одиночный (а) и скрещенный (б) тонкопроволочный спиральный элемент*

На рис. 2 приведена фотография кирального метаматериала и отдельного элемента [3]. В качестве диэлектрической основы метаматериала использовался контейнер из пенополистирола, в котором равномерно были изготовлены сквозные отверстия. Тонкопроволочные спиральные элементы накручивались на цилиндрические оправки, которые затем размещались в отверстиях контейнера. Удобство такого изготовления заключается в том, что контейнер остается неизменным, а спиральные элементы на оправках могут быть накручены различным образом — в виде одиночных или скрещенных спиралей.



Рис.2. Фотография метаструктуры и кирального элемента

Общая геометрия задачи приведена на рис. 3. Пусть на киральную структуру из диэлектрической области 1 (ϵ_1 и μ_1 – относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости) под углом Θ падает плоская электромагнитная волна линейной поляризации (в статье рассмотрен случай падения волны с перпендикулярной поляризацией). Область 2 на рис. 3 представляет собой слой кирального метаматериала толщиной h (ϵ_2 и μ_2 – относительные диэлектрическая и магнитная проницаемости; χ_2 – параметр киральности). Частотные зависимости материальных параметров ϵ_2 и χ_2 определяются типом резонансных элементов. Киральный метаматериал состоит из тонкопроволочных спиралей, намотанных на диэлектрические цилиндрические оправки, которые равномерно размещены в планарном контейнере (см. рис. 2). Спиральный элемент описывается следующими геометрическими параметрами: N – число витков; R – радиус витка спирали; h – шаг спирали; l – длина спирали в рас-

правленном состоянии; r – радиус проволоки. Спиральные элементы равномерно расположены в контейнере на расстоянии d друг от друга.

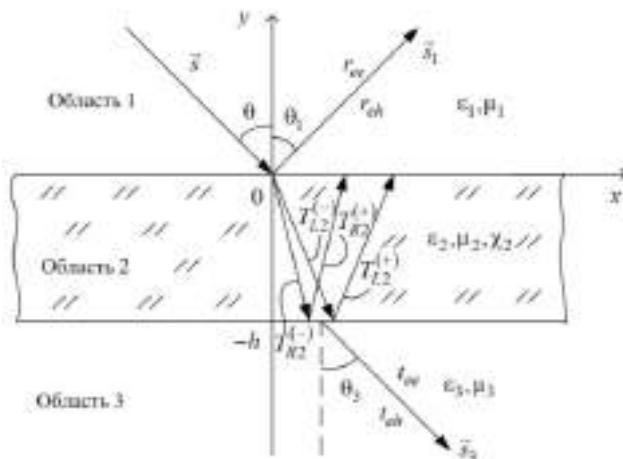


Рис. 3. Общая геометрия задачи.

Задача состоит в получении соотношений для расчета коэффициентов отражения основной (r_{ee}) и кросс-поляризованной (r_{eh}) компонент поля в области 1, а также формул для коэффициентов прохождения основной (t_{ee}) и кросс-поляризованной (t_{eh}) компонент поля в области 3. Здесь уместно отметить, что при взаимодействии падающего СВЧ излучения с киральной средой всегда возникает явление кросс-поляризации [5], то есть в структуре отраженной и прошедшей волн возникают компоненты поля, ортогональные к компонентам падающей волны. Решение задачи проводилось в два этапа.

На первом этапе при помощи метода частичных областей с использованием классических граничных условий получена неоднородная система линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) относительно неизвестных коэффициентов, в которую входили обобщенные материальные параметры метаматериала (относительные диэлектрическая проницаемость и параметр киральности). Подробно построение математической модели рассматриваемой структуры описано в работах [6, 7].

На втором этапе для конкретизации явного вида обобщенных материальных параметров метаматериала были построены дисперсионные модели метаматериалов на основе одиночных и скрещенных киральных элементов с учетом их геометрии. При решении задачи учитывалось явление кросс-поляризации поля падающей волны, то есть возникновение при взаимодействии с киральным метаматериалом составляющих векторов электромагнитного поля, соответствующих поляризации, ортогональной к поляризации падающей СВЧ волны.

3. Численные результаты

При численном анализе интерес представлял расчет частотных зависимостей уровней отраженной и прошедшей мощностей для исследуемого метаматериала для случая падения волны с перпендикулярной поляризацией.

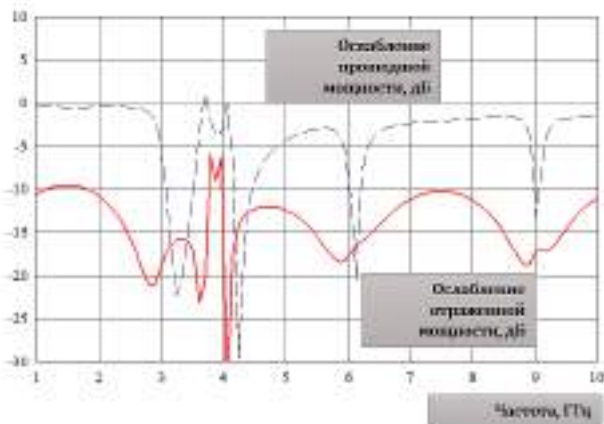


Рис. 4. Зависимость уровней прошедшей и основной мощностей основной компоненты поля для метаматериала на основе одиночных одновитковых спиральных элементов

На рис. 4 представлены частотные зависимости отраженной ($10\lg|r_{ee}|^2$, сплошные линии) и прошедшей ($10\lg|t_{ee}|^2$, штриховые линии) мощностей (в дБ) для случая метаматериала на основе одиночных тонкопроволочных спиралей в диапазоне от 1 до 10 ГГц. Шаг спирали равнялся 0.05 м, радиус витка — 0.01 м, радиус проволоки — 0.002 м, расстояние между соседними спиралями — 0.05 м. Через r_{ee} обозначен коэффициент отражения основной компоненты волны; t_{ee} — коэффициент прохождения основной компоненты волны, которые находились численно путем решения системы линейных алгебраических уравнений относительно неизвестных коэффициентов, полученной на первом этапе решения задачи.

Как видно из графиков, показанных на рис. 4, метаматериал обладает ярко выраженными частотно селективными свойствами: имеются резонансные частоты, на которых уровень ослабления прошедшей мощности имеет максимумы. На этих частотах происходит перераспределение вектора Умова-Пойнтинга в пространстве и возникает явление азимутального рассеяния.

На рис. 5 представлены аналогичные частотные зависимости отраженной ($10\lg|r_{ee}|^2$, сплошные линии) и прошедшей ($10\lg|t_{ee}|^2$, штриховые линии) мощностей (в дБ) для случая метаматериала на основе взаимортогональных тонкопроволочных спиралей в диапазоне от 1 до 10 ГГц. Как видно из графиков, показанных на рис. 3, структура обладает ярко выраженными частотно селективными свойствами, но только прошедшая мощность не имеет большого

количества максимумов ослабления, то есть поле практически во всем диапазоне проходит сквозь метаматериал без заметного ослабления.

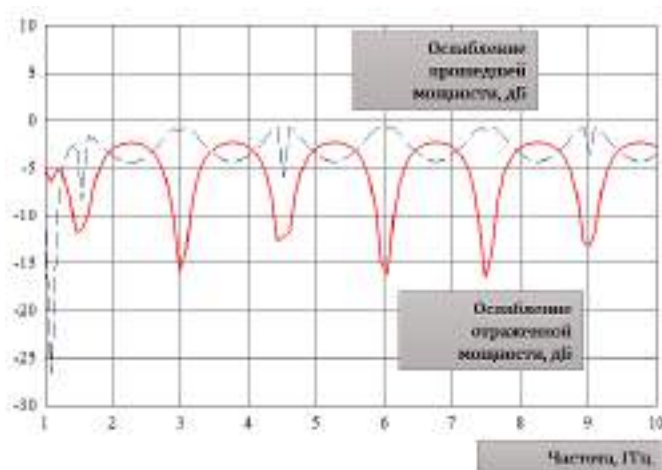


Рис. 5. Зависимость уровней прошедшей и основной мощностей основной компоненты поля для метаматериала на основе взаимортогональных одновитковых спиральных элементов

4. Основные выводы

В заключение можно сформулировать две основные возможности применения, исследуемых метаструктур вблизи резонансной частоты:

1. Частотно-селективный концентратор СВЧ энергии, проводящей преобразование нормально падающей электромагнитной энергии в азимутальное рассеяние.
2. Частотно-селективный защитный экран, не пропускающий СВЧ излучение вблизи основной резонансной частоты.

Библиографический список

1. Metamaterials: Physics and Engineering Explorations / ed. by N. Engheta, R.W. Ziolkowski. Hoboken: John Wiley & Sons, 2006. 414 p.
2. Lindell I.V., Sihvola A.H., Tretyakov S.A., Viitanen A.J. Electromagnetic waves in chiral and bi-isotropic media. London: Artech House, 1994. — 291 p.
3. Осипов О.В., Плотников А.М., Салимова Н.Р. Использование эффекта азимутального рассеяния электромагнитных волн метаструктурой на основе элементов Телледжена в прикладных задачах электродинамики [Текст] // Инфокоммуникационные технологии, 2012. — Т.10. — №1. — С.8-15.
4. Осипов О.В., Плотников А.М., Салимова Н.Р. Влияние формы спиральных элементов на рассеивающие свойства бианизотропной метасреды [Текст] // Инфокоммуникационные технологии, 2014. — Т.12. — №1. — С.19-23.

5. *Каценеленбаум Б.З., Корицунова Е.Н., Сивов А.Н., Шатров А.Д.* Киральные электродинамические объекты [Текст] // Успехи физических наук, 1997. — Т.167. — №11. — С.1201-1212.

6. *Осипов О.В.* Устройства для концентрации СВЧ энергии на основе планарных киральных метаструктур [Текст] // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. — 2012. — Т.3. — №2. — С. 99-105.

7. *Осипов О.В., Почепцов А.О., Юрасов В.И.* Киральный метаматериал для частотно-селективной концентрации энергии сверхвысокочастотного излучения [Текст] // Инфокоммуникационные технологии, 2014. — Т.12. — №4. — С.76-82.

© *Осипов О.В., Клюев Д.С., Почепцов А.О., Резепова Е.С., 2016*

УДК 004.4

П.В. Павлов*

**Павлов Павел Владимирович, к.т.н., старший преподаватель*

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

pavlov.pave@yandex.ru.

Ф.Н. Попов**

***Попов Федор Николаевич, оператор научной роты*

Военный учебно-научный центр ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», г. Воронеж

popovfeodor@live.ru

ПРОГРАММНЫЙ МОДУЛЬ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ВНУТРЕННЕЙ СТРУКТУРЫ ПОЛУПРОЗРАЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ключевые слова: стекл, дефектоскопия, неразрушающий контроль, Java Standard Edition, Eclipse, Windows.

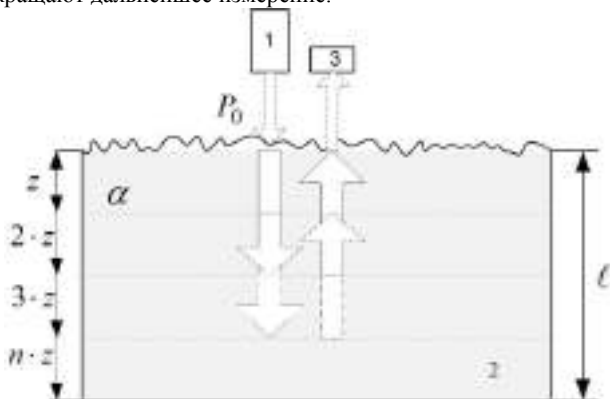
Рассмотрены пути реализации программного модуля анализа подповерхностной структуры полупрозрачных объектов (композитов) для настольных систем Windows.

Для повышения эффективности работ по дефектоскопическому контролю на производстве и в эксплуатации предлагается использовать устройства неразрушающего контроля (НК), принцип действия которых основан на использовании метода спекл-структур оптического излучения (МССОИ). Физическая сущность данного метода заключается в определении состояния зондируемой поверхности по анализу параметров спекл-картин, регистрируемых при отражении или прохождении когерентного излучения через полупрозрачные шероховатые поверхности. В настоящее время известны работы отечественных и зарубежных ученых по использованию МССОИ для оценки параметров оптически-непрозрачных поверхностей деталей в лабораторных условиях, а также разработан опытный макет мобильного устройства НК, принцип действия которого основан на МССОИ [1]. Основным недостатком данного устройства является то, что оно не обеспечивает необходимую точность определения глубины залегания дефекта в структуре контролируемого объекта, так как при прохождении зондируемого когерентного волнового фронта через внутреннюю структуру контролируемого объекта на величину результирующего распределения интенсивности в плоскости наблюдения (спекл-картины) будет влиять вся внутренняя структура контролируемого объекта.

Для устранения данного недостатка разработан способ НК [2]. Принцип действия способа заключается в следующем (рис.1): осуществляют поэтапное зондирование контролируемой поверхности, при этом на первом этапе поверхность контролируемого объекта зондируют с мощностью источника когерентного излучения (КИ), равной P_0 , соответствующей полному отражению КИ от контролируемой поверхности, а на последующих этапах зондируют с мощностью источника КИ:

$$P_n = \exp(2n\alpha z) \cdot P_{n-1}, \quad (1)$$

где $n = \overline{1..N}$, соответствующей полному отражению КИ от поверхности подповерхностного слоя контролируемого объекта на глубине $n \cdot z$, где $N = l/z$ – количество контролируемых слоев, P_n, P_{n-1} – мощность источника КИ при n -ом, $(n-1)$ -ом этапе зондирования соответственно, α – коэффициент поглощения контролируемого объекта и z – толщина контролируемого слоя при n -ом зондировании, определяют разность интенсивностей спекл-изображений, зарегистрированной при n -ом этапе со спекл-изображением регистрируемом при мощности КИ равной P_0 . Далее вычисляют интервал корреляции этой разности и сравнивают его с эталонным интервалом корреляции спекл-изображения, если выполняется условие $r_{кор\ n,0} < r_{кор\ эталона}$, где $r_{кор\ n,0}$ – интервал корреляции разности спекл-изображений, зарегистрированных при мощности КИ P_0 и n -ом и этапе зондирования, а $r_{кор\ эталона}$ – интервал корреляции разности эталонного спекл-изображения, полученной от неповрежденного слоя при соответствующей мощности облучения P_n , то принимают решение о нарушении внутренней структуры контролируемого объекта на глубине $n \cdot z$ и прекращают дальнейшее измерение.



1 – регулируемый по мощности источник КИ, 2 – контролируемый объект, 3 – приемник оптического излучения

Рис. 1. Принцип реализации способа НК внутренней структуры полупрозрачного материала

Однако автоматизированной системы НК, построенной на принципах работы разработанного способа НК не существовало. Поэтому цель настоящей работы заключалась в разработке специализированного программного модуля позволяющего в автоматизированном режиме проводить операции по НК внутренней структуры полупрозрачных материалов на основе реализации алгоритмов обработки спекл-изображений описанных выше.

Разработанный программный модуль, реализован на языке программирования Java Standard Edition в среде разработки Eclipse для MS Windows, является составной частью программного комплекса, разработанного ранее [3]. Программный комплекс для ОС MS Windows, предоставляет возможность за счет кроссплатформенности языка программирования Java Standard Edition, использовать его на версиях Windows, начиная с версии Windows XP, и заканчивая последней версией на сегодняшний день Windows 10, а также на семействе ОС Linux. Данный программный модуль позволяет производить захват спекл-изображений, производить расчет мощности лазера для исследования внутренней структуры на заданных пользователем интервалах залегания, коэффициентов корреляционной функции, строить соответствующие графики этих функций, сравнивать значения ширины функций автокорреляции при различных уровнях интенсивности излучения, делая выводы о наличии или отсутствии дефекта на определенной глубине, исследуемого объекта.

В ходе разработке программного комплекса были использованы следующие функции:

- функция расчета мощности лазерного излучения;
- функция расчета интенсивностей спекл-изображения на каждом слое;
- функция расчета разностей интенсивностей спекл-изображений, зарегистрированных на определенном слое и спекл-изображения, полученного при мощности лазера, соответствующей полному отражению когерентного излучения от контролируемой поверхности;
- функция смещения спекл-фотографии по оси x , с шагом смещения равным одному пикселю;
- функция расчета коэффициента автокорреляции последовательностей;

Для расчета интервала корреляции была использована формула (2), в результате вычислений получена коррелограмма автокорреляционной функции, изображенная на рис. 1

$$r_{кор} = \frac{(n - \tau) \sum_{t=1}^{n-\tau} x_t x_{t+\tau} - \sum_{t=1}^{n-\tau} x_t \sum_{t=1}^{n-\tau} x_{t+\tau}}{\sqrt{(n - \tau) \sum_{t=1}^{n-\tau} x_t^2 - \left(\sum_{t=1}^{n-\tau} x_t \right)^2} \sqrt{(n - \tau) \sum_{t=1}^{n-\tau} x_{t+\tau}^2 - \left(\sum_{t=1}^{n-\tau} x_{t+\tau} \right)^2}} \quad (2)$$

Где x_t - значение яркости пикселя в точке t ; $x_{t+\tau}$ - значение яркости пикселя в точке t , в момент смещения τ , n - количество пикселей, τ - шаг смещения.

При разработке программного продукта главной целью было создать как можно проще и интуитивно понятнее интерфейс, с учетом возможного невысокого уровня подготовки оператора, с учетом всех требований интерфейс программного модуля выглядит следующим образом (Рис.2) и состоит из:

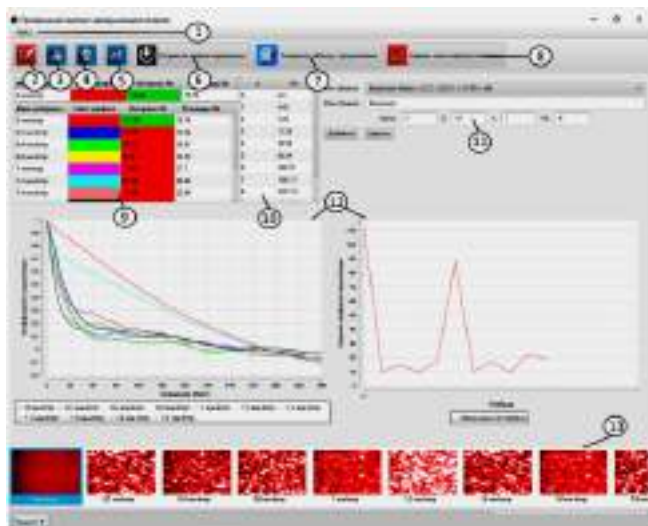


Рис. 2. Интерфейс программного модуля анализа подповерхностной структуры полупрозрачных объектов (композитов) для настольных систем MS Windows.

- 1) контекстного меню;
- 2) кнопки создания нового проекта;
- 3) кнопки для загрузки готовых изображений, сделанных с помощью спекл-лазерного дефектоскопа;
- 4) кнопки для захвата изображения со спекл-лазерного дефектоскопа;
- 5) кнопки расчета функций;
- 6) кнопки сохранения графика корреляционной функции;
- 7) кнопки сохранения таблицы с результатами вычисления корреляционной функции;
- 8) кнопки назначения выбранного изображения эталоном;
- 9) таблицы результатов вычисления корреляционной функции;
- 10) таблицы результатов вычисления функции расчета мощности излучения;
- 11) окна для ввода значений: коэффициента поглощения контролируемого объекта, толщины контролируемого слоя при n -ом зондировании, толщины контролируемого объекта, начальной мощности излучения;
- 12) поля, предназначенные для обрисовки графиков функций корреляции и графика ширины функции корреляции на каждом слое;
- 13) поля, отображающего загруженные спекл-изображения или сделанные с помощью захвата на спекл-дефектоскопе, так же в данном поле выбираются изображения для обработки.

На рис. 2 номером 9 отмечена таблица результатов вычисления корреляционной функции. В колонке “Цвет графика” изображен цвет, соответствующий оттенку графика обработанного изображения, в колонке “Имя изображения” представлено имя изображения, для которого производились расчеты, в следующих 2-х колонках представлены результаты расчетов следующих функций: интервала корреляционной функции $r_{кор}$ и площади корреляционной функции. Колонки с интервалами $r_{кор}$ подсвечиваются зеленым в случаях когда их расчетная величина не превышает допустимого значения, что обозначает об отсутствии дефекта на зондируемом уровне, в противном случае данные поля будут подсвечены красным цветом.

Номером 10 отмечена таблица мощности излучения, где отображаются номер уровня и показатель мощности излучения, для получения спекл-картины на данном уровне.

Таким образом, разработанный программный модуль является важным дополнением к существующему программному комплексу неразрушающего контроля [3]. Он позволяет проводить работы по дефектоскопическому контролю на новом уровне, который позволяет обнаружить не только наличие дефекта, но и определить глубину его залегания, а так же проводить работы по исследованию новых технических путей построения оптических средств неразрушающего, принцип действия которых, основан на использовании МССОИ.

Библиографический список

1. Павлов П.В., Горюнов А.Е. Аппаратно-программный комплекс неразрушающего контроля авиационных деталей [Текст]. / Труды МАИ, №80, 2015. С. 21.
2. Способ неразрушающего контроля подповерхностной структуры полупрозрачных объектов. Павлов П.В., Вольф И.Э., Малов А.Н., Петров Н.В., Левшин Е.А., Петров О.С., Ткаченко С.С. Патент РФ на изобретение №2563334 20.09.2015.
3. Лагошин И.С., Павлов П.В. Программный модуль автокорреляционной обработки цифровых спеклфотографий для настольных систем MS Windows и портативных устройств Android [Текст]. / Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015). 2015. Сборник статей Ч.2 С.26-31.

© Павлов П.В., Попов Ф.Н., 2016

УДК 004.932

М.М. Письменскова*

**Письменскова Марина Михайловна, аспирант*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, г. Шахты

mpismenskova@mail.ru

В.В. Воронин*

Воронин Вячеслав Владимирович, к.т.н., доцент

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, г. Шахты

voronin_sl@mail.ru

Н.В. Гапон*

**Гапон Николай Валерьевич, аспирант*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, г. Шахты

nikolay-rt@mail.ru

О.С. Левина*

**Левина Оксана Сергеевна, магистрант*

Институт сферы обслуживания и предпринимательства (филиал) ДГТУ, г. Шахты

ole-levin@yandex.ru

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАСПОЗНАВАНИЯ ДЕЙСТВИЙ ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ ПОТОКА ГЛУБИННОЙ ИНФОРМАЦИИ

Ключевые слова: компьютерное зрение, распознавание действий человека, глубинные камеры, трехмерная структура сцены.

Проведен обзор современных методов распознавания действий человека в составе интеллектуальных систем видеонаблюдения на основе потока глубинной информации.

Распознавание действий человека (humanactivity) является одним из важных направлений компьютерного зрения, которое предназначено для автоматического обнаружения и анализа деятельности человека в потоке информации, полученной с различных датчиков, таких как RGB камеры, датчики движения, времяпролетные камеры и др.

Распознавание действий находит широкий спектр практического применения: службы контроля персонала и учета рабочего времени в офисной сфере, охранные системы, робототехника, системы мониторинга и др.

Вследствие растущего спроса на приложения, которые способны распознавать действия человека, многие научные школы сосредоточили внимание на решении этой проблемы. Задача распознавание действия человека традиционно включает в себя использование видеопоследовательностей полученных с RGB видеокамер [1]. Особую популярность имеют методы на основе пространственно-временных локальных особенностей [2]. Одним общим недостатком таких систем распознавания на основе данных, полученных с RGB

камер, является ограничение по захвату 3D структуры сцены и движения человека в 3D пространстве, что приводит к значительной потере информации. Это ограничивает производительность систем распознавания человеческой деятельности. Для решения данной проблемы исследователи X. Yang, Y. Tian [3] предложили использовать несколько камер, чтобы захватить сцену, но высокая стоимость и сложность использования таких систем делает их чрезмерно непрактичными для применения во многих областях. Альтернативой такого подхода являются сенсоры глубины. С момента появления первых бюджетных сенсоров глубины (например, Microsoft Kinect) [4] их активно стали применять в задаче распознавания человеческих действий. Такие камеры нечувствительны к изменениям условий освещения, также изображения глубины представляют трехмерную структурированную информацию, которая может помочь отличить различные позы, выделить информацию о человеческом скелете. Например, Kinect Windows SDK обеспечивают расчетные 3D позиции и углы поворота суставов тела, которые могут быть использованы в качестве дополнительной информации для улучшения характеристик распознавания действий.

В зависимости от окружения и взаимодействия с окружающими объектами, действия человека могут выражаться в различной форме, начиная от простых действий, заканчивая сложной деятельностью. Действия человека можно разделить на четыре категории: атомарные действия; деятельность, которая содержит последовательность различных действий; взаимодействие, которое включает взаимодействия человек-объект и человек-человек; групповая деятельность. Исследования в области распознавания простых действий остаются популярными в течение многих лет, в то время как сложным видам деятельности и взаимодействия уделили особое внимание только в последнее время, благодаря возможности использования трехмерных данных. В связи с этим задача распознавания сложной деятельности сохраняет свою актуальность и требует разработки новых подходов и алгоритмов, позволяющих использовать помимо классических потоков RGB данных информацию о трехмерной структуре сцены.

Авторы работы [5] представили эффективный метод распознавания действий на основе карт глубин видеопоследовательности, полученных из трех проекций (передняя, боковая и верхняя). Метод основан на использовании дескриптора LBP [6] и KEM классификатора [7]. Карты глубины используются для захвата сигналов движения, LBP дескриптор для компактного представления действий в виде гистограммы. Данный метод рассматривает видеоряд, состоящий из N -кадров, каждый кадр проецируется на три декартовы плоскости, чтобы сформировать три двумерные карты: map_x , map_y , и map_z . Глубинная карта движения вычисляется следующим образом:

$$DMM_{[i,j,k]} = \sum_{l=1}^{N-1} |\text{map}_{[i,j,k]}^{l+1} - \text{map}_{[i,j,k]}^l|.$$

где j – индекс кадра.

На следующем этапе применяется оператор LBP, достаточно простой, но эффективный и инвариантный относительно вращения. Строится гистограмма

для всего изображения или области представляющей текстурную информацию. Далее применяется KELM классификатор.

Алгоритм описанного метода распознавания действий представлен на рисунке 1.

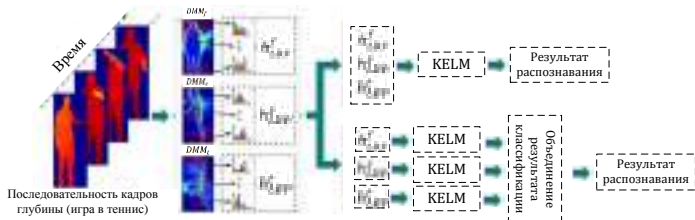


Рис. 1. Алгоритм метода распознавания действий

В работе представлены два варианта реализации алгоритма: 1 - объединение гистограмм LBP полученных с разных проекций, затем применение классификатора; 2 - гистограммы LBP каждой проекции, по отдельности, поступают на классификатор, затем происходит объединение результатов.

В первом случае рассматривается слияние гистограмм, полученных из трех проекций h_{LBP}^f , h_{LBP}^s , h_{LBP}^t , которые предварительно нормируются и затем формируются в составной вектор признаков для классификации. Не смотря на то, что задача слияния функций достаточно проста, она имеет свои недостатки: несовместимость нескольких наборов функций и большая размерность. Во втором случае h_{LBP}^f , h_{LBP}^s , h_{LBP}^t рассматриваются как три разных функции, каждая из которых используется в качестве входных данных для классификатора, с последующим объединением для получения конечного результата.

Эксперименты проводились на двух базах данных: MSRGesture3D dataset и MSRAction3D dataset. Оба варианта алгоритма показали хорошие результаты на двухуказанных наборах данных по сравнению с другими известными методами. По результатам экспериментов лучшей эффективностью обладает метод, в котором слияние функций происходило после классификации (94,6%). Исследования показали хороший результат для распознавания простых односложных действий. Существуют сложности в распознавании сложной деятельности из-за потери информации при вычислении 2D проекций, взаимодействие с другими объектами, перекрытия объектов могут вызвать затруднения при извлечении локальных особенностей особенно на границе силуэтов.

Большинство существующих подходов рассматривают движение человеческого тела в x-y-t плоскости. В этом случае теряется информация о глубине, что приводит к снижению эффективности методов. Но действия человека в видеопотоке связывают не только пространственно-временные оси, но и ось глубины. Таким образом, при распознавании действий человека, нужно ис-

пользовать как карту глубины, так и RGB изображение. Авторы [8] предлагают подход построения дескрипторов на основе совмещения каналов RGB и глубины. Применение карты глубины позволяет обрабатывать шум фона и частичные перекрытия.

Особые точки выделяются исключительно в канале RGB, затем вычисляется дескриптор для этих особенностей. На основе уже найденных особых точек строится дескриптор канала глубины. Вектор признаков для всего видеоклипа получается путем объединения дескрипторов полученных с обоих каналов, как показано на рисунке 2.

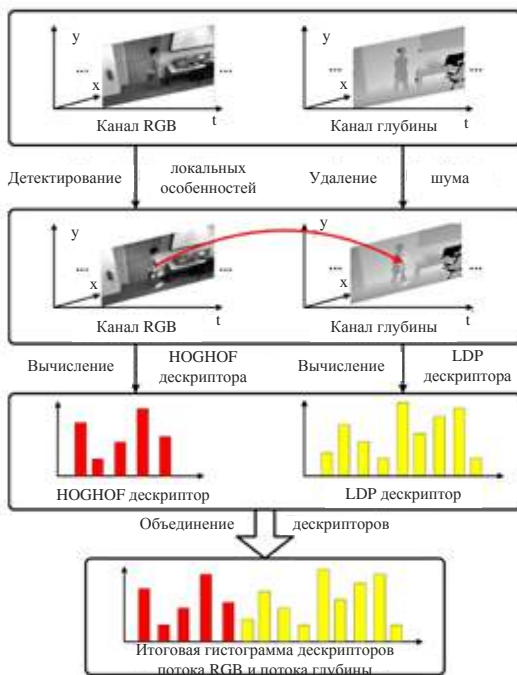


Рис. 2. Подход на основе объединения RGB канала и глубины

Данный метод показывает высокую эффективность (89,1%), но недостатком такого подхода является нестабильность работы при слабом освещении, поскольку дескрипторы локальных особенностей вычисляются в канале RGB и на основе этого строятся дескрипторы канала глубины.

В работе

[9] предлагается метод распознавания действий человека на основе информации с датчиков глубины RGB информации сцене. В данном способе используется два независимых классификатора: для потока данных RGB и глубинной информации. Затем результаты этих классификаторов объединяют для достижения

высокой точности распознавания. Схема предлагаемого метода представлена на рисунке 3. На первом этапе используются два отдельных классификатора для двух различных источников данных (поток RGB и последовательность карт глубины), которые параллельно решают задачу распознавания одного и того же действия. Таким образом, классификаторы потенциально имеют разные предварительные результаты для каждого конкретного наблюдения, что может быть использовано для уменьшения ошибки распознавания. На втором этапе – объединение результатов классификации первого этапа для достижения более точного результата распознавания.

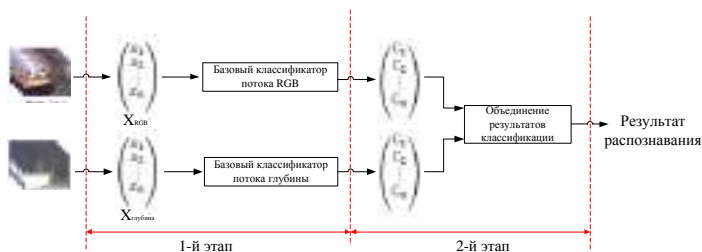


Рис. 3. Схема метода распознавания действий человека, использующая глубину и RGB видеопоследовательности.

Эксперименты проводились на базе данных MSRDailyActivity3D, которая включает набор действий из повседневной жизни (чтение книги, употребление пищи, телефонный разговор, прогулка, приседания и др.). Метод показал хорошие результаты в условиях разного освещения, наличия помех, его эффективность составляет 84,36%. При работе с более сложной базой данных эффективность уменьшается.

В последнее время появляется большое количество алгоритмов распознавания деятельности человека. Но большинство из них, в том числе и представленные методы, показывают хорошие результаты только при работе с простыми действиями. Многие алгоритмы рассматривают канал глубины и канал данных RGB независимо друг от друга, это не является оптимальным решением задачи распознавания, поскольку 3D структура данных содержит в себе эти два канала и целесообразно учитывать данные двух типов. Проблемы низкого уровня, такие как тени, изменение освещения, значительно ослабли за счет использования глубинных данных. Но проблема перекрытия объектов все еще остается и является большим недостатком для алгоритмов, охватывающих различные аспекты повседневной жизни человека, рассматривающих взаимодействия вида «человек-человек», «человек-объект», работающих в режиме реального времени.

Методы, рассмотренные в данной статье, показывают хорошие результаты эффективности, что подтверждает актуальность использования информации о глубине в алгоритмах распознавания действий человека.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научных проектов №15-37-21124, №16-37-00386.

Библиографический список

1. *Laptev, M. Marszalek, C. Schmid, and B. Rozenfeld.* Learning realistic human actions from movies. In CVPR, PP. 1–8, 2008.
2. *J. Sun, X. Wu, S. Yan, L.-F. Cheong, T.-S. Chua, and J. Li.* Hierarchical spatio-temporal context modeling for action recognition. In CVPR, PP. 2004–2011, 2009.
3. *X. Yang, Y. Tian.* Eigen Joints-based Action Recognition Using Bayes-Nearest Neighbor. The 2nd International Workshop on Human Activity Understanding from 3DData 2012 (HAU3D12), 2012.
4. *RoannaLun, WenbingZhao.* A Survey of Applications and Human Motion Recognition With Microsoft Kinect. International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. World Scientific Publishing Company. 2015.
5. *C Chen, R Jafari, N Kehtarnavaz.* Action Recognition from Depth Sequences Using Depth Motion Maps-based Local Binary Patterns. IEEE Winter Conference on Applications of Computer Vision, 2015.
6. *T. Ojala, M. Pietikainen.* Multiresolution gray-scale and rotation invariant texture classification with local binary patterns. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 24(7). PP. 971–987, 2002.
7. *G.-B. Huang, H. Zhou, X. Ding, and R. Zhang.* Extreme learning machine for regression and multiclass classification. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics, 42(2). PP. 513–529, 2012.
8. *Zhao, Y., Liu, Z., Yang, L., Cheng, H.:* Combing RGB and depth map features for human activity recognition. In: Signal Information Processing Association Annual Summit and Conference (APSIPA ASC), 2012.
9. *Amiri S.M., Pourazad M.T., Nasiopoulos P., Leung V.C.M.* Human action recognition using meta learning for RGB and depth information. Computing, Networking and Communications (ICNC), 2014 International Conference on. PP. 363 – 367, 2014.

© *Письменскова М.М., Воронин В.В., Гапон Н.В., Левина О.С., 2016*

УДК 621.396.624

А.П. Плёнкин*

**Плёнкин Антон Павлович, аспирант*

*Институт компьютерных технологий и информационной безопасности,
Южный федеральный университет, г.Таганрог*

E-mail: pljonkin@mail.ru, тел: 8-(905)-45-92-158

Е.А. Рудинский*

**Рудинский Евгений Андреевич*

*Аспирант, Институт компьютерных технологий и информационной безопасности,
Южный федеральный университет, г.Таганрог*

E-mail: black_toto@mail.ru

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ КВАНТОВОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ КЛЮЧА

Ключевые слова: квантовая криптография, системы квантового распределения ключа, фотонный импульс, синхронизация, защищенность.

Исследования посвящены системам квантового распределения ключа. Описаны тенденции развития систем квантового распределения ключа. Приведено описание алгоритма работы коммерческой волоконно-оптической двухпроходной автокомпенсационной системы квантового распределения ключа с фазовым кодированием состояний фотонов. Исследован режим вхождения в синхронизм автокомпенсационной системы квантового распределения ключа.

Современные методы криптографической защиты данных базируются на математических методах и алгоритмах. Защищенность таких систем ограничивается вычислительными возможностями злоумышленника. С появлением, например, квантовых компьютеров, надежность современных систем шифрования сводится к минимуму. Основной проблемой при передаче и шифровании конфиденциальной информации является механизм распределения секретного ключа между легитимными пользователями. Абсолютная секретность при передаче сообщений обеспечивается решением проблемы распределения ключа.

Квантовая криптография является физическим решением проблемы распределения ключа и базируется на кодировании квантового состояния одиночной частицы [1]. Суть квантовой криптографии заключается в осуществлении абсолютно надежного распределения ключа между легитимными пользователями. Одним из аспектов идеи квантовой криптографии является создание абсолютно случайного секретного ключа. Абсолютная секретность ключа и невозможность незаметного прослушивания основана на законах квантовой физики, в противоположность используемым классическим методам криптографии, которые основаны на математических закономерностях и потенциально поддаются расшифровке. Для обеспечения абсолютной секретности криптографической схемы, необходимо выполнение известных условий: ключ должен быть абсолютно случайным, его длина должна быть больше или равна

длине кодируемого сообщения и ключ может быть использован только один раз. Практическая реализация квантовой криптографии базируется на системах квантового распределения ключей (СКРК) [2]. Квантовое распределение ключа (КРК) – технология на основе законов квантовой физики для создания у двух удалённых пользователей строки случайных бит, которая используется в качестве криптографического ключа.

На сегодняшний день уже созданы реально функционирующие системы квантовой связи. Исследования в области систем КРК ведутся как отечественными, так и зарубежными организациями [3]. Анализ литературных источников и охраняемых документов показал, что из всех систем особо выделяются своей устойчивой работоспособностью при изменяющихся внешних факторах системы КРК с фазовым кодированием состояний фотонов, реализованные по автокомпенсационной схеме. До коммерческого использования в мире доведены системы КРК фирм IDQuantique (Швейцария) и MagiQ (США). Формирование квантовых ключей в системах КРК базируется на протоколах квантовой криптографии. Существует несколько протоколов квантовой криптографии, основанных на передаче информации посредством кодирования состояний одиночных фотонов, например: BB84 (Bennett-Brassard-84), B92 (Bennett-92), BB84 (4+2), с шестью состояниями, Гольденберга-Вайдмана, Коаши-Имото, SARG04 и их модификации. Отметим, что под сигналом в системах КРК понимается передаваемое квантовое состояние фотона. На сегодняшний день наиболее применяемым в реализованных СКРК протоколом квантовой криптографии является криптографический протокол BB84.

Схематично работа протокола BB84 представлена на рисунке 1. Отправитель генерирует фотоны со случайной поляризацией 0, 45, 90 или 135°. Получатель принимает эти фотоны, затем для каждого выбирает случайным образом способ измерения поляризации, диагональный или перпендикулярный и по открытому каналу сообщает о том, какой способ он выбрал для каждого фотона, не раскрывая при этом самих результатов измерения. После этого отправитель по тому же открытому каналу сообщает, правильный ли был выбран вид измерений для каждого фотона. Далее отправитель и получатель отбрасывают те случаи, когда измерения получателя были неверны. Если не было перехвата квантового канала, то секретной информацией или ключом и будут оставшиеся виды поляризации. На выходе будет последовательность битов: фотоны с горизонтальной или 45°-й поляризацией принимаются за двоичный «0», а с вертикальной или 135°-й поляризацией — за двоичную «1». Этот этап работы квантово-криптографической системы называется первичной квантовой передачей. Далее оцениваются попытки перехватить информацию в квантово-криптографическом канале связи. Это производится по открытому каналу отправителем и получателем путем сравнения и отбрасывания подмножеств полученных данных случайно ими выбранных. Если после такого сравнения будет выявлен перехват, то отправитель и получатель должны будут отбросить все свои данные и начать повторное выполнение первичной квантовой передачи. В противном случае они оставляют прежнюю поляризацию. Согласно принципу неопределённости, злоумышленник (Ева) не может измерить как диагональную, так и прямоугольную поляризацию одного

и того же фотона. Даже если будет произведено измерение для какого-либо фотона и затем этот же фотон будет переслан получателю, то в итоге количество ошибок намного увеличится, и это станет заметно отправителю. Это приведет к тому, что отправитель и получатель будут полностью уверены в состоявшемся перехвате фотонов. Если расхождений нет, то биты, использованные для сравнения, отбрасываются, ключ принимается.



Рис. 1. Протокол BB84

В автокомпенсационных СКРК с фазовым кодированием состояний фотонов при использовании протокола BB84, в случае отсутствия помех и искажений (несанкционированного съёма информации) в квантовой линии только 50 % фотонов из исходной последовательности будут правильно приняты станцией получателя для формирования секретного ключа.

Для реализации протокола квантовой криптографии, система КРК должна быть откалибрована. Калибровка представляет собой процесс синхронизации двух станций, входящих в состав СКРК [4, 5]. В процессе синхронизации оптические импульсы распространяются от приемо-передающей станции к кодирующей и обратно. В кодирующей станции большая часть поступающей энергии оптического излучения отводится посредством волоконно-оптического делителя на синхронизирующий тактовый генератор для дальнейшего управления фазовым модулятором при работе криптографического протокола. Другая часть оптического импульса отражается и направляется к приемо-передающей станции, где регистрируется оптическими фотодетекторами. Синхронизация в системах с фазовым кодированием состояний фотонов включает два этапа. Первый этап инициируется при первоначальной конфигурации СКРК и заключается в определении момента приёма оптического импульса однофотонными фотодетекторами приемо-передающей станции путем измерения длины пути распространения оптического импульса от приемо-передающей станции к кодирующей и обратно. На рисунке 2 представлена структурная схема автокомпенсационной системы КРК с фазовым кодирова-

нием состояний фотонов, где ПОМ – передающий оптический модуль приемо-передающей станции, ВОЦ – волоконно-оптический циркулятор, ПРОМ-1, ПРОМ-2, ПРОМ-А – приемные оптические модули для регистрации оптического излучения, ВОЛЗ-Б, ВОЛЗ-А – волоконно-оптическая линия задержки, ВОФМ – управляемый волоконно-оптический фазовый модулятор, ВО-Б, ВО-А – делители оптической мощности, ВОПС – поляризационный сплиттер, ВОАтт – оптический attenuator, ВОФ – волоконно-оптический фильтр, ЗФ – зеркало Фарадея.

Второй этап синхронизации является составной частью алгоритма протокола квантовой криптографии BB84 и необходим для синхронизации станций СКРК с целью управления фазовыми модуляторами в процессе формирования квантового ключа. Второй этап запускается при каждом цикле формирования квантового ключа.



Анализ литературы и экспериментальные исследования двухпроходной автокомпенсационной СКРК с фазовым кодированием состояний фотонов показывают, что процесс синхронизации в таких системах реализуется в многофотонном режиме, где среднее число фотонов на импульс измеряется сотнями и тысячами. Последнее потенциально упрощает злоумышленнику организацию несанкционированного доступа к волоконно-оптическому каналу связи [6, 7]. Целью несанкционированного доступа может служить не только попытки съема информации, но и синхронизация аппаратуры злоумышленника с целью внесения помех при работе СКРК. Обладая необходимыми сведениями о квантовом канале связи, действиях фазового модулятора кодирующей станции и времени стробирования ПРОМ приемо-передающей станции, злоумышленник способен успешно реализовать атаки на квантовый канал связи применительно к автокомпенсационным системам КРК на этапе работы протокола формирования квантовых ключей.

Таким образом, потенциальная уязвимость процесса синхронизации не обеспечивает надлежащий уровень защищенности автокомпенсационной СКРК с фазовым кодированием состояний фотонов. Последнее определяет актуальность исследований, направленных на разработку алгоритмов синхронизации автокомпенсационных СКРК, обеспечивающих повышенную защищенность от несанкционированного доступа.

«Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-37-00003 мол_а».

Библиографический список

1. *Gisin N., Ribordy G., Tittel W., Zbinden H.* Quantum cryptography // *Reviews of Modern Physics.* – 2002. – Vol. 74, № 1. – P. 145–195.
2. *Румянцев К.Е.* Системы квантового распределения ключа: Монография. – Таганрог: Издательство ТТИ ЮФУ, 2011. – 264 с.
3. *Курочкин В.Л., Курочкин Ю.В., Зверев А.В., Рябцев И.И., Неизвестный И.Г.* Экспериментальные исследования в области квантовой криптографии // *Фотоника.* – 2012. – № 5. – С. 54–66.
4. *Румянцев К.Е., Плёткин А.П.,* Синхронизация системы квантового распределения ключа в режиме однофотонной регистрации импульсов для повышения защищенности. // *Радиотехника.* . – 2015. – № 2. – С. 125-134.
5. *Румянцев К.Е., Плёткин А.П.* Синхронизация системы квантового распределения ключа при использовании фотонных импульсов для повышения защищенности // *Известия ЮФУ. Технические науки.* – 2014. – № 8. – С. 81–96.
6. *Григорьев Д.А.* Защита сигнала в оптической линии // III международная заочная научно-техническая конференция «Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013)». – 2013. – С. 92–96.
7. *Плёткин А.П.* Безопасность предварительного этапа процесса синхронизации системы квантового распределения ключей // V международная заочная научно-техническая конференция «Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015)»: Сборник статей. Часть 2 / Поволжский гос. ун - т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2015. – 332 с. – С. 173 – 179.

© Плёткин А.П., Рудинский Е.А., 2016

УДК 621.28

С.А. Пливак*

**Пливак Сергей Андреевич, студент*

*Южный федеральный университет (ЮФУ), г. Таганрог, Ростовской области
Sergey240994@gmail.com*

А.С. Шумилин*

Шумилин Александр Сергеевич, студент

*Южный федеральный университет (ЮФУ), г. Таганрог, Ростовской области
sasha.shumilin42@gmail.com*

АСПЕКТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ VLC ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ЗАЩИЩЕННЫХ КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ

Ключевые слова: передача данных видимым светом, visiblelightcommunication, защита данных, беспроводные сети.

В работе рассмотрен вопрос, связанный с реализацией VLC-технологии на предприятии. Произведена классификация методов построения VLC систем, а также проанализирован рынок оборудования для создания сетей на основе VLC.

Использование беспроводных сетей Wi-Fi в различных организациях является одним из уязвимых мест для перехвата информации злоумышленниками. Так, во многих организациях технология Wi-Fi действует для передачи данных в отдельных сегментах корпоративной сети, несмотря на то, что она потенциально несет угрозу безопасности данных. Очевидно, что чем больше информации передается «по воздуху», тем острее становятся вопросы, связанные с безопасностью и защитой. Метод передачи данных на основе VLC (*visiblelightcommunication* - передача данных видимым светом) видится одним из подходов к решению проблемы повышения защищенности корпоративной сети при высоких требованиях к скорости передачи данных и мобильности абонентских устройств [1].

Основу VLC технологии составляет открытая оптическая система связи, в которой передающий модуль встроен в систему освещения обслуживаемого помещения. Преимуществом такой технологии над используемым Wi-Fi кроме потенциально большой скорости состоит в том, что свет не проходит сквозь стены, что это делает процесс передачи данных гораздо более защищенным, а также позволяет добиться меньшего числа помех между подключенными устройствами. При использовании VLC технологии на предприятии можно сократить радиус потенциального доступа к сети с 10-20 метров (для Wi-Fi сетей) до 2-2,5 метров [2].

На рис. 1 показан принцип работы VLC технологии в помещении, где обрабатывается конфиденциальная информация и требуется высокий уровень обеспечения информационной безопасности.

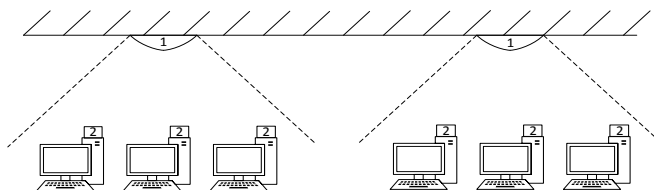


Рис. 1. Принцип работы корпоративной сети, основанной на VLCтехнологии

(1-передающий модуль; 2-принимающий модуль)

Несмотря на актуальность данной технологии, информация в открытых источниках сильно разрознена. Целью данной работы является выявления наиболее защищенного способа передачи данных в корпоративных сетях и анализ имеющегося оборудования для её реализации.

Обобщенная структурная схема, реализующая VLCтехнологии, для создания защищенного канала передачи данных, полученная в результате анализа научной литературы и патентной документации, представлена на рис. 2.



Рис. 2. Обобщенная структурная схема системы, реализующая VLCтехнологии [4, 6].

В передающем модуле согласующее устройство позволяет согласовать параметры входного сигнала с параметрами устройства управления блоком светодиодов, для передачи уже оптического сигнала.

В приемном модуле полученный оптический сигнал усиливается, затем проходя через фильтр верхних частот избавляется от шумом, вследствие чего попадает на компаратор для преобразования в цифровую форму.

Для создания корпоративной сети на основе VLC технологии ряд компаний предлагает различное по своим характеристикам и стоимости оборудование, для достижения данной цели. Наиболее крупными из них являются фирмы “PureLiFi” и “Oledcomm”. Каждая из них предлагает оборудование как для коммерческого, так и для домашнего использования VLC технологии.

Английская компания “PureLiFi” в 2014 году выпустила первое серийное оборудование на основе VLC технологии и получило оно название LiFi-1st. Состояло оно из настольного приемника оптического излучения, которое подключалось в сеть питания и через USB порт к компьютеру, а также передатчика, который монтировался в потолок. Вся эта установка работала на расстоянии до 3,5 метров на скорости 5 МБит/с.

В 2015 году компания выпускает второе серийное оборудование Li-Flame, а в 2016 LiFi-X. В таблице 1 приведены основные характеристики и различия между предложенными системами.

Таблица 1.

Характеристики выпускаемого оборудования фирмой “PureLiFi”

Модель:	Li-Flame	LiFi-X
Стоимость	250 £	299 £
Скорость	10 Мбит/с	40 Мбит/с
Питание от батареи	+	+
Угол распространения лучей	120°	160°
Радиус сигнала	7-8 метров	10 метров
Переключение между точками доступа	+	+
Переключение между точками доступа	+	+

В январе 2016 года Французская компания “Oledcomm” запустила в продажу оборудование для создание корпоративной сети на основе VLC технологии. Оно представляет из себя светодиодные лампы различной формы и различных характеристик монтируемых в потолок. К ним прилагается приемник оптического излучения, который подключается к компьютеру через USB порт, а также за дополнительную плату можно приобрести устройства (планшет, смартфон, ноутбук и. т. д.) с уже встроенным приемным модулем. В таблице 2 приведены основные характеристики выпускаемого оборудования фирмой “Oledcomm”.

Таблица 2.

Характеристики выпускаемого оборудования фирмой “Oledcomm”

Модель	GeoLiFi CW10 Square KIT	GeoLiFi WW12 Round KIT
Стоимость	499 €	499 €
Питание от батареи	-	-

Угол распространения лучей	120°	120°
Радиус сигнала	7 метров	8 метров
Переключение между точками доступа	+	+
Возможность многопользовательского доступа	+	+

Таким образом, метод передачи данных на основе VLC-технологии, является потенциально более актуальной с точки зрения информационной безопасности и может составить основу защищенной корпоративной сети. Обзор уже имеющегося оборудования показал, что реализовать такую сеть возможно, но о целесообразности использования данной технологии можно утверждать только после проведения оценки риска защищаемой информации. Дальнейшее развитие данной технологии повлечёт за собой появление новых компаний по разработке передающих и приемных модулей на основе VLC-технологии, что в свою очередь снизит цены на оборудование, и сделает более доступным данный метод защиты информации.

Библиографический список

1. *Зачиняев Ю. В., Румянцев К. Е., Белова А. А.* Метод формирования сверхширокополосных ЛЧМ-радиосигналов на основе волоконно-оптических линий задержки // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015). 2015. -с. 276-279.
2. *Денис Урман* “Технология Li-Fi поставила очередной рекорд скорости передачи данных” Новости высоких технологий. 2013. URL: <http://hi-news.ru/technology/tecnologiya-li-fi-postavila-ocherednoj-rekord-skorosti-peredachi-dannyx.html>
3. *Jitender Singh and Jitender Vikash.* A New Era in Wireless Technology using Light-Fidelity// International Journal of Recent Development in Engineering and Technology. - Volume 2. Issue 6. – 2014. –pp. 46-49
4. *Mohammad Noshad,* Student Member, Ma'ite Brandt-Pearce, Senior Member. Can Visible Light Communications Provide Gb/s Service? // August 14 2013. –pp. 2-4
5. *Richard D. Roberts and Sridhar Rajagopal.* IEEE 802.15.7 Visible Light Communication: Modulation Schemes and Dimming Support // IEEE Communications Magazine • March 2012
6. *Sindhubala and B. Vijayalakshmi.* Design and implementation of visible light communication system in indoor environment // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. - VOL. 10. №. 7. - 2015. – pp. 2282-2286

© Пливак С.А., Шумили А.С., 2016

УДК 004.94

А.А. Попов *

**Попов Андрей Алексеевич, к.т.н., доцент*

*Поволжский государственный университет сервиса (ПВГУС), г. Тольятти
andrei_porov.a@mail.ru*

М.М. Яблокова *

**Яблокова Мария Михайловна, магистр*

*Поволжский государственный университет сервиса (ПВГУС), г. Тольятти
m.yablokova@mail.ru*

ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ КОМПЬЮТЕРНОЙ СЕТИ СРЕДСТВАМИ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В СРЕДЕ ANYLOGIC

Ключевые слова: имитационное моделирование, модель компьютерной сети, AnyLogic, оптимизационный эксперимент.

Разработана имитационная модель компьютерной сети в среде AnyLogic. Модель имитирует передачу кадров в сети из нескольких коммутаторов с подключенными к ним компьютерами и поочередным выходом из строя одного из коммутаторов, позволяя найти оптимальное соединение коммутаторов по заданному критерию.

В виду возрастающей сложности современных инфо-коммуникационных сетей адекватное описание таких сетей и происходящих в них процессов в рамках аналитической математической модели затруднительно. По этой причине популярным методом исследования в этой области становится имитационное моделирование. Имитационные модели связаны не с аналитическим представлением сложной системы, а с принципом имитации происходящих в ней процессов и взаимодействий с помощью информационных и программных средств.

В среде многоподходного имитационного моделирования AnyLogic [1] разработана имитационная модель компьютерной сети, включающая коммутаторы и подключенные к ним компьютеры. Пример структуры сети приведен на рис. 1.



Рис.1. Исходная структура сети

Разработанная модель имеет гибкую структуру- схема соединения коммутаторов может изменяться программно.

Главным классом модели является Network – класс активного объекта, представляющий собой имитационную модель сети. Структура класса представлена на рис. 2.



Рис. 2. Класс Network

Вложенные объекты computers и switches класса Network являются реплицированными:

- computers [] - список экземпляров класса PC, отображающих компьютеры.
- switches []- список экземпляров класса Switch, отображающих коммутаторы.

Эти объекты не могут быть адекватно представлены ни одним из объектов библиотеки AnyLogic. Поэтому были созданы дополнительные классы объекта PC и Switch с необходимыми свойствами и структурой, которых будет сказано ниже.

Параметр numberConnectionList класса Network - это номер списка соединений. Этот параметр меняется в ходе оптимизационного эксперимента.

В классе Network имеется девять статических переменных (рис. 1):

- possiblePearsOfSwitches (тип данных - TreeMap<String, Double>) - содержит список возможных пар коммутаторов и расстояний между ними, значение устанавливается при создании модели при помощи функции setPossiblePearsOfSwitches(), например, таким, как показано на рис. 3 для случая пяти коммутаторов;
- connectSwitch (тип данных ArrayList<Switch>) - список подключенных коммутаторов;
- (HashMap<PC, String>) - список компьютеров в сети и их MAC-адресов;

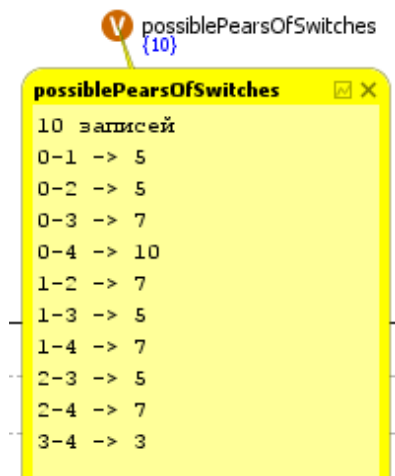


Рис. 3. Переменная *possiblePearsOfSwitches*

– `isAvailable` (boolean) - переменная, показывающая, является ли данная сеть допустимой. Значение устанавливается с помощью функции `getAvailable()` после подключения коммутаторов, но до выхода первого коммутатора из строя;

– `brokenSwitch` - переменная, которая содержит номер вышедшего из строя коммутатора, меняется в процессе работы модели;

– `distance` (double) - суммарное расстояние между коммутаторами. Подсчитывается после формирования очередного соединения коммутаторов;

– `allSendData` (double) - количество переданных кадров данных за все время прогона модели;

– `allDeliveredData` - количество полученных кадров данных за все время прогона модели;

– `sendData` - количество переданных кадров данных при вышедшем из строя коммутаторе. При смене коммутатора обнуляется;

– `deliveredData` - количество полученных кадров данных при вышедшем из строя коммутаторе. При смене коммутатора обнуляется.

В классе `Network` используются четыре коллекции, каждая из которых объединяет в себе несколько однотипных элементов и позволяет управлять агрегированными данными:

– `switchCollection` (тип данных - `ArrayList<Switch>`) - список коммутаторов в сети;

– `currentPearsOfSwitches` (тип `ArrayList<String>`) - содержит текущий список соединений;

– `allVariablesConnectionList` (тип `ArrayList<Integer[]>`) - список всех возможных соединений коммутаторов в сети;

– percentCollection (ArrayList<Double>) - список, где содержатся проценты успешно переданных пакетов при каждом вышедшем из строя коммутатора.

Класс Network включает 12 функций:

– setPCCollection - составляет список компьютеров и их MAC-адресов и записывает данные в переменную pcCollection;

– setSwitchCollection - функция, которая составляет список коммутаторов и записывает данные в коллекцию switchCollection;

– setPossiblePearsOfSwitches - записывает в переменную possiblePearsOfSwitches все доступные пары коммутаторов и расстояние между устройствами. Количество возможных пар вычисляется по формуле:

$$\sum_{i=1}^{n-1} i \quad (1)$$

где n - количество коммутаторов.

Для модели из пяти коммутаторов количество возможных значений:

$$\sum_{i=1}^4 i = 10$$

– setAllVariablesConnectionList - заполняет коллекцию allVariablesConnectionList списком всех возможных соединений коммутаторов в сети. Для каждого числа соединений n существует количество k сочетаний:

$$\binom{n}{k} = C_n^k = \frac{n!}{k!(n-k)!} \quad (2)$$

Для 5 коммутаторов минимальное число соединений - 4, максимальное - 10, а число всех возможных вариантов соединений составит

$$\binom{10}{4} + \binom{10}{5} + \binom{10}{6} + \binom{10}{7} + \binom{10}{8} + \binom{10}{9} + \binom{10}{10} = 252 + 210 + 120 + 45 + 10 + 1 = 848;$$

– connected - функция, с помощью которой устанавливаются соединения между устройствами в модели;

– connectedPC - функция для соединения компьютеров и коммутатора.

– getPearConnection – получает соединение двух коммутаторов указанным вариантом из списка possiblePearsOfSwitches.

– connectedSwitch - функция для соединения двух коммутаторов

– switching - создание таблицы коммутации для каждого из коммутаторов.

– getAvailable - функция для определения допустимости построенной сети.

– getAllPercent - функция, вычисляющая процент успешно переданных данных за все время прогона модели.

– getPercent - функция, возвращающая процент успешно переданных данных.

Диаграмма состояний класса Network используется для программного управления выходом коммутаторов из строя.

Класс активного объекта PC отображает компьютеры, используемые в сети. Структура и вложенные объекты этого класса рассмотрены в [2].

Параметры класса PC:

- address (тип данных String).- это MAC-адрес данного компьютера;
- connectSwitch (тип данных Switch) – показывает, к какому коммутатору подключен данный компьютер.

Класс PC включает функцию createData, которая создает экземпляры класса Data, отображающие кадры данных, передаваемые по сети.

Класс активного объекта Switch является подклассом базового класса Device и отображает коммутаторы, используемые в сети.

Класс Switch включает три параметра, вычисляемые в ходе экспериментов:

- tableSwitching (тип данных HashMap<String, Integer>) - таблица коммутации, в которой указывается соответствие MAC-адреса узла порту коммутатора, перестраиваемая при каждом изменении структуры сети;
- connectDevice (тип данных HashMap<Device, Integer>) - список всех подключенных к коммутатору устройств (ПК и других коммутаторов) и номера соответствующих им портов;
- switchPortMap (тип HashMap<Switch, Integer>) - список всех доступных коммутаторов в сети и номера портов, через которые можно передать им данные.

В классе Switch используются две коллекции:

- connectPC (тип данных ArrayList<PC>) - список подключенных к коммутатору ПК;
- connectSwitch (тип данных ArrayList<Switch>) - список подключенных коммутаторов.

Структура и вложенные объекты этого класса рассмотрены в [2].

Ниже представлены результаты оптимизационных экспериментов с моделью, включающей пять коммутаторов, к каждому из которых подключены по два компьютера (рис. 1), а расстояния между коммутаторами соответствуют значениям, представленным на рис.3.

В рассматриваемой модели оптимизационный эксперимент позволяет максимизировать процент успешно переданных данных и минимизировать расходы на прокладку кабеля между коммутаторами. При этом каждый из коммутаторов должен иметь возможность передачи данных четырем остальным коммутаторам.

Для оптимизации необходимо задать функционал, который следует минимизировать либо максимизировать, задать параметры и ограничения их диапазона, в которых должна выполняться оптимизация, и указать ограничения, определяющие класс допустимых решений.

Данная задача является многокритериальной.

$$\begin{cases} \text{Network.getAllPercent()} \rightarrow \max \\ \text{Network.distance} \rightarrow \min \end{cases},$$

где функция Network.getAllPercent() подсчитывает процент успешно переданных данных, а Network.distance отображает суммарное расстояние между подключенными коммутаторами.

Наиболее простым и часто используемым способом сведения многокритериальной задачи к однокритериальной является линейная свертка. В рассматриваемом случае целевая функция определялась с помощью выражения:

$$\text{Network.getAllPercent() -} \\ - K * 100 * (\text{Network.distance} - \text{MinDistance}) / \text{MinDistance} \rightarrow \max \quad (3)$$

Здесь:

- MinDistance - минимальная допустимая суммарная длина кабелей;
- K - коэффициент, который определяет относительную важность процентов переданных данных и удлинения кабелей. При K=1 улучшение передачи данных на один процент компенсирует удлинение кабелей также на один процент.

Поскольку величина MinDistance на начальном этапе неизвестна, то сначала оптимизационный эксперимент проводился с простой целевой функцией

$$\text{Network.distance} \rightarrow \min, \quad (4)$$

которая позволила определить величину MinDistance.

Свойства соответствующего эксперимента Optimization представлены на рис. 4.

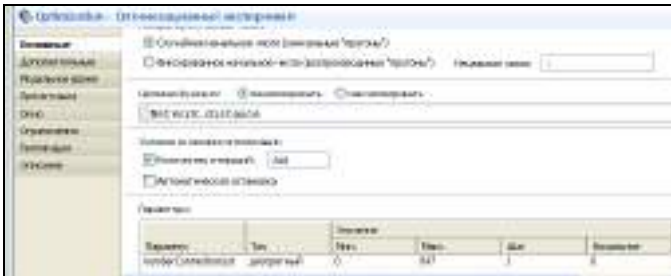


Рис. 4. Эксперимент Optimization для нахождения MinDistance

Результаты эксперимента представлены на рис. 5.

Минимальная длина кабелей соответствует простой цепочке коммутаторов (1-0-2-3-4). Процент переданных данных при поочередном выходе из строя одного из коммутаторов невелик - 44 % (рис. 5).

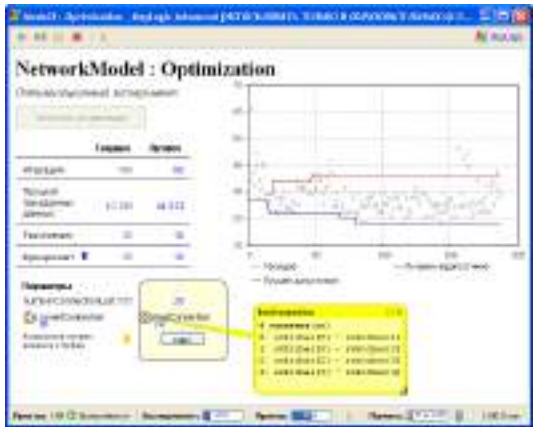


Рис. 5. Эксперимент Optimization для целевой функции (4)

На рис. 6 представлены результаты оптимизационного эксперимента для целевой функции, построенной с учетом найденной величины MinDistance для $K=1$:

$$\text{Network.getAllPercent()} - 100 * (\text{Network.distance} - 18) / 18 \rightarrow \max \quad (5)$$

Лучшим решением в этом случае является соединение с такой же общей длиной кабелей- 18 м, но более сложной структурой $0-2-3 < 1/4$ (рис. 6).



Рис. 6. Эксперимент Optimization для целевой функции (5)

Уменьшим относительную значимость длины соединений, приняв $K=0.1$, т.е. один процент увеличения передаваемых данных будет компенсировать 10 процентов удлинения соединений. Целевая функция примет тогда вид:

$$\text{Network.getAllPercent() - } 10 * (\text{Network.distance} - 18) / 18 \rightarrow \max \quad (6)$$

Лучшим решением в этом случае становится кольцо коммутаторов

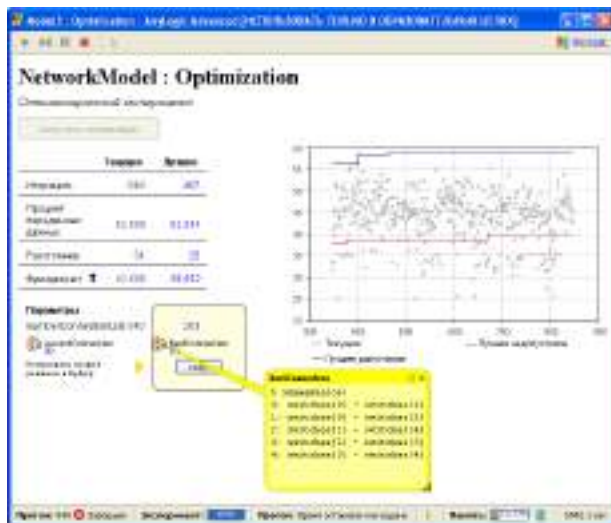
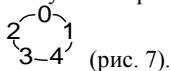


Рис. 7. Эксперимент Optimization для целевой функции (6)

Длина соединений увеличилась по сравнению с минимальной на 39 %, а процент переданных данных на 14 %, до максимального значения 62 %.

Таким образом, разработанная имитационная модель позволяет определить оптимальную структуру сети соответствующую выбранному критерию.

Библиографический список

1. AnyLogic. Многоподходное имитационное моделирование [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://www.anylogic.ru/>.

2. Яблокова М.М., Попов А.А. Исследование сети передачи данных средствами имитационного моделирования в среде AnyLogic – V международная заочная научно-техническая конференция "Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015)", 2015, с.319-323.

©Попов А.А., Яблокова М.М., 2016

УДК 513.73

С. А. Попов***Попов Станислав Алексеевич, д.т.н., профессор**Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород**stanislav.popov@novsu.ru***Н. Н. Клыков*****Клыков Николай Николаевич, аспирант**Новгородский государственный университет им. Ярослава Мудрого, г. Великий Новгород***ПЛАНИРОВАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОЦЕНИВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ МНОГООТКЛИКОВЫХ МОДЕЛЕЙ**

Ключевые слова: многооткликковая модель, оценивание параметров, планирование эксперимента

Предлагается метод численного построения оптимальных планов эксперимента для многооткликковых моделей. Рассмотрен метод расчета оценок параметров и их ковариационных матриц. Приводится процедура планирования эксперимента, обеспечивающая повышение точность оценивания параметров модели.

Моделирование зависимости выходных параметров электронных приборов от физических параметров структур этих приборов позволяет оптимизировать технологию производства и повысить выход годных изделий. Однако выполнить измерения физических параметров отдельного электронного прибора практически невозможно. Многооткликковую модель прибора можно представить в виде нелинейной по \mathbf{X} и по \mathbf{B} функции в виде [1]

$$\mathbf{Y} = \mathbf{F}(\mathbf{B}, \mathbf{X}) + \mathbf{E}, \quad (1)$$

где $\mathbf{Y} = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}^T$ – вектор наблюдаемых (зависимых) выходных переменных (отклик), $\mathbf{X} = \{x_1, x_2, \dots, x_k\}^T$ – вектор независимых входных переменных, $\mathbf{F}(\mathbf{X}, \mathbf{B}) = \{f_1(\mathbf{X}, \mathbf{B}), f_2(\mathbf{X}, \mathbf{B}), \dots, f_m(\mathbf{X}, \mathbf{B})\}^T$ – вектор нелинейных функций, $\mathbf{B} = \{b_1, b_2, \dots, b_l\}^T$ – вектор физических параметров, значения которых требуется определить, \mathbf{E} – вектор ошибок наблюдений с нулевым математическим ожиданием и с ковариационной матрицей \mathbf{V}_E .

Ковариационную матрицу \mathbf{V}_B оценок можно рассчитать по формуле:

$$\mathbf{V}_B = \left[\sum_{j=1}^n \mathbf{P}(\mathbf{X}_j, \hat{\mathbf{B}}) \mathbf{V}_E^{-1} [\mathbf{P}(\mathbf{X}_j, \hat{\mathbf{B}})]^T \right]^{-1}, \quad (2)$$

где $\mathbf{P}(\mathbf{X}_j, \hat{\mathbf{B}}) = \left\{ \frac{\partial f_1(\mathbf{X}_j, \hat{\mathbf{B}})}{\partial \mathbf{B}}, \frac{\partial f_2(\mathbf{X}_j, \hat{\mathbf{B}})}{\partial \mathbf{B}}, \dots, \frac{\partial f_m(\mathbf{X}_j, \hat{\mathbf{B}})}{\partial \mathbf{B}} \right\}$ – матрица производных многооткликковой функции по параметрам, \mathbf{X}_j – значения входных переменных, при которых проводились наблюдения выходных переменных \mathbf{Y}_j

Оценки параметров модели рассчитываются с помощью итерационной процедуры [2]:

$$\mathbf{B}^{s+1} = \mathbf{B}^s + \rho \left[\sum_{j=1}^n \mathbf{P}(\mathbf{X}_j, \mathbf{B}^s) \mathbf{V}_E^{-1} \mathbf{P}(\mathbf{X}_j, \mathbf{B}^s)^T \right]^{-1} \sum_{j=1}^n \mathbf{P}(\mathbf{X}_j, \mathbf{B}^s) \mathbf{V}_E^{-1} [\mathbf{Y}_j - \mathbf{F}(\mathbf{X}_j, \mathbf{B}^s)] \quad (3)$$

где коэффициент ρ используется для устранения расхождения итерационной процедуры расчета.

Обобщенный показатель точности оценивания параметров представляется определителем матрицы $D = \det \mathbf{V}_B$. Его величина зависит от количества экспериментов и от расположения точек \mathbf{X}_j в области проведения эксперимента (область планирования эксперимента). Повышение точности оценивания параметров может быть обеспечено увеличением числа экспериментов n , однако часто это оказывается неэффективным.

Оптимальное расположение точек эксперимента \mathbf{X}_j позволяет повысить точность оценивания параметров модели при таком же числе экспериментов. План эксперимента в данном случае представляет собой совокупность точек наблюдений $\Pi = \{ \mathbf{X}_1, \mathbf{X}_2, \dots, \mathbf{X}_n \}$.

Критерий D -оптимальности требует такого расположения точек в области планирования $\Sigma_{\mathbf{X}}$, при котором определитель матрицы \mathbf{V}_B минимален. Таким образом, D -оптимальный план выражается следующим образом:

$$\det \mathbf{V}_B(\Pi^0) = \min_{\Pi \in \Sigma_{\mathbf{X}}} \det \mathbf{V}_B(\Pi) = \min_{\Pi \in \Sigma_{\mathbf{X}}} \det \left[\sum_{j=1}^n \mathbf{P}(\hat{\mathbf{B}}, \mathbf{X}_j) \mathbf{V}_E^{-1} [\mathbf{P}(\hat{\mathbf{B}}, \mathbf{X}_j)]^T \right]^{-1} \quad (4)$$

где $\Pi^0 = \{ \mathbf{X}_1^0, \mathbf{X}_2^0, \dots, \mathbf{X}_n^0 \}$ – оптимальный план в смысле критерия D -оптимальности.

Экстремальная задача (4) имеет высокую размерность ml , где l – число параметров модели, m – число наблюдаемых переменных, и сложна в смысле сходимости вычислительной процедуры и затрат машинного времени. Построить D -оптимальный план до эксперимента, когда коэффициенты модели неизвестны, можно только для линейных по коэффициентам моделей в виде $\mathbf{Y} = \mathbf{P}^T(\mathbf{X})\mathbf{B} + \mathbf{E}$.

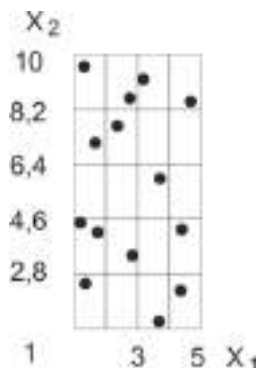
Существуют дискретные D -оптимальные планы, которые строятся для заданного числа точек эксперимента, и непрерывные D -оптимальные планы, число точек которых во много раз превышает число параметров модели. Непрерывные планы представляются конечным спектром и частотой точек эксперимента в каждой точке спектра плана. Аналитический путь построения непрерывных D -оптимальных планов и последующего их округления до дискретных планов используется для получения планов лишь в простейших случаях. На практике возникают задачи, в которых область планирования $\Sigma_{\mathbf{X}}$ не имеет правильной геометрической формы, а модель представляется довольно сложным выражением. В этих случаях для построения оптимальных планов целесообразно использовать численные методы, связанные с минимизацией определителя ковариационной матрицы [2]. После задания начального плана выполняется поиск оптимального плана с введением функции штрафа для

обеспечения поиска экстремума в заданной области изменения параметров. Для сравнения получен оптимальный план для 14-ти точек для двухоткликной квадратичной модели в виде:

$$\begin{cases} y_1 = b_1 + b_2x_1 + b_3x_2 + b_4x_1x_2 + b_5x_1^2 + b_6x_2^2 \\ y_2 = b_7 + b_8x_1 + b_9x_2 + b_{10}x_1x_2 + b_{11}x_1^2 + b_{12}x_2^2 \end{cases} \quad (5)$$

На рис. 1 показан начальный план для 14-ти точек эксперимента. Для сравнения качества планов рассчитывалась средняя геометрическая дисперсия \bar{d} оценки параметров модели в виде $\bar{d} = \sqrt[l]{D}$, где l – число параметров в модели.

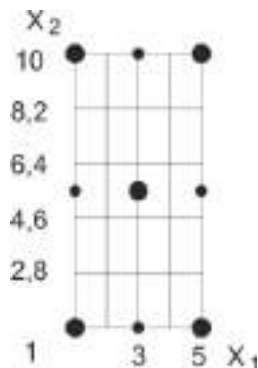
Рис. 1 – Случайный план эксперимента для линейной модели и 14-ти точек, используемый в качестве начального приближения. Кружками на рисунке отмечены точки плана, $\bar{d} = 2,3 \times 10^{-2}$.



На рис.2 показан оптимальный план для линейной модели, полученный после оптимизации начального плана методом поиска. Такой план точно соответствует теоретическому.

Рис. 2 – План эксперимента для линейной модели, полученный после оптимизации методом поиска. Крупным кружком отмечены точки плана, включающие два наблюдения,

$$\bar{d} = 1,2 \times 10^{-2}.$$



В качестве нелинейной модели использовались следующая двухоткликная модель с восемью коэффициентами:

$$\begin{cases} y_1 = b_1 \exp[b_2x_1] + b_3 \exp[b_4x_2] \\ y_2 = b_5 \exp[b_6x_1] + b_7 \exp[b_8x_2] \end{cases} \quad (6)$$

В качестве критерия оптимальности в этом случае для нелинейной по параметрам модели принимался средний определитель ковариационной матрицы оценок параметров в виде

$$\det \left\{ \mathbf{V}_{\mathbf{B}} \left(\Pi^o, \mathbf{B} \right) \right\} = \max_{\mathbf{X} \in \Sigma_{\mathbf{X}}} \int \det \left[\sum_{j=1}^n \mathbf{P}(\mathbf{X}_j, \mathbf{B}) \mathbf{V}_{\mathbf{E}}^{-1} \mathbf{P}^T(\mathbf{X}_j, \mathbf{B}) \right] f(\mathbf{B}) d\mathbf{B}, \quad (7)$$

где величина $\mathbf{P}(\mathbf{X}, \mathbf{B})$ определяется выражением (2), а $f(\mathbf{B})$ – априорная (равномерная) плотность распределения параметров модели в виде диапазонов их изменения.

Для модели (6) для 12-ти точек плана строился оптимальный план эксперимента в смысле критерия (7) при равномерном распределении коэффициентов. Число статистических испытаний равно 10^4 . В качестве начального плана использовался равномерный план с 12-ю точками эксперимента. Для этого плана и нелинейной модели средняя относительная дисперсия оценки параметра модели равна $\bar{d} = 3,9 \cdot 10^{-3}$. На рис. 3 показан план эксперимента для нелинейной модели (6), полученный методом поиска для начального равномерного априорного распределения параметров, а на рис. 4 показан план, построенный для случая, когда величины параметров известны.

Рис. 3 – Оптимальный план эксперимента для нелинейной модели, полученный методом поиска для 12-ти точек, $\bar{d} = 2,3 \cdot 10^{-3}$.

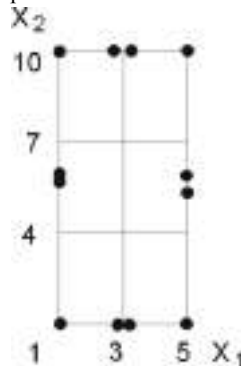
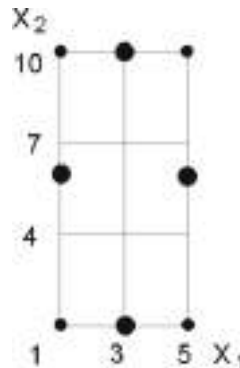


Рис. 4 – Оптимальный план эксперимента для 12-ти точек, полученный при известных коэффициентах модели. Крупными кружками отмечены точки плана, включающие два наблюдения, $\bar{d} = 2,1 \cdot 10^{-3}$.



Таким образом, полученные численным методом планы эксперимента для линейных и нелинейных моделей близки к теоретическим и обеспечивают повышение точности оценивания параметров в 1,5 – 2 раза по сравнению со начальными планами.

Библиографический список

1. *Попов, С. А.* Использование многооткликовых моделей для расчета параметров электронных приборов [Текст] / А. Ф. Корчагин, С. А. Попов // Измерительная техника. №4. 2003, С. 47-51.
2. *Попов С. А., Васильев И. С.* Метод экстракции параметров ИС и расчет их статистических характеристик//Информационные технологии. Радио-электроника. Телекоммуникации (ITRT-2014) : сб. статей IV международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2014,с.215-219

© *Попов С. А., Клыков Н. Н., 2016*

УДК 004.42(075)

В.К. Пчельник***Пчельник Владимир Константинович, к. физ.-мат.н., доцент**Гродненский государственный университет (ГрГУ), г. Гродно, РБ.**v_pchelnik@tut.by***ОБ ОДНОМ СПОСОБЕ СОРТИРОВКИ В ЭЛЕКТРОННЫХ ТАБЛИЦАХ MS EXCEL***Ключевые слова: сортировка динамического массива, MS Excel.**Рассмотрен метод сортировки целых чисел в электронных таблицах MS Excel с использованием функций рабочего листа, отличный от стандартных средств.*

Стандартные средства сортировки в электронных таблицах MS EXCEL не всегда удобны при решении задач. В [1, 2] приведен способ сортировки динамического массива с помощью табличной функции. Однако он сортирует только массив. В ряде случаев требуется выполнить некоторые действия в таком массиве на месте расположения его элементов в исходном массиве.

Рассматриваемый способ сортировки предлагается для массивов размерности не более 100 элементов. На рисунке 1 в диапазоне B2:B36 расположен массив целых чисел. В ячейке P2 находится размерность массива, в ячейке A2 – 1. Нумерация элементов массива осуществляется в диапазоне A3:A101 с использованием формулы (1). Для однозначной сортировки использован массив из диапазона A2:A101 (формула (2)). Сортировка осуществляется с использованием формулы (3). Формулы (4) и (5) выделяют номер элемента в исходном массиве. Формула (6) выделяет отсортированный элемент из исходного массива. Формула (1) вводится в ячейку A3 и распространяется на диапазон A4:A101. Формулы (2)–(6) вводится в ячейки B2, C2, D2, M2, L2, E2 соответственно и затем распространяются на диапазон V3:M101.

На рисунках 1–4 приведен исходный массив, промежуточные вычисления и результат – отсортированный массив с номерами элементов в исходном массиве.

=ЕСЛИ(ЕОШИБКА(A2+1);"";ЕСЛИ(A2+1<=SP\$2;A2+1;"")) (1)

=ЕСЛИ(\$A2<>"";ЕСЛИ(ОСТАТ(\$A2;10)=0;ЗНАЧЕН(СЦЕПИТЬ(B2;";";\$A2;"1")); (2)

ЗНАЧЕН(СЦЕПИТЬ(B2;";";\$A2)));"")) (3)

=ЕСЛИ(\$A2<>"";НАИБОЛЬШИЙ(СМЕЩ(\$C\$2;0;0;SP\$2;1);\$A2);"")) (4)

=ЕСЛИ(A2<>"";ЗНАЧЕН(ПРАВСИМВ(D2;ДЛСТР(D2)-НАЙТИ("";D2;1)));"")) (5)

=ЕСЛИ(A2<>"";ЗНАЧЕН(ЕСЛИ(M2>SP\$2;ПСТР(M2;1;ДЛСТР(M2)-1);M2));"")) (6)

=ЕСЛИ(A2<>"";ВПР(L2;СМЕЩ(\$A\$2;0;0;SP\$2;4);2;ЛОЖЬ);"")) (6)

A	B	C	D	Сортировка			
				Исходные	Результат	Исходные	Результат
1							
2	1	-11	27,3	28,21	10	17	17
3	2	22	22,2	47,99	41	24	24
4	3	34	28,3	47,53	47	33	33
5	4	44	28,4	48,53	48	41	41
6	5	20	28,5	26,71	44	51	51
7	6	31	27,6	44,83	44	62	62
8	7	33	26,7	44,22	44	22	22
9	8	36	28,8	42,11	43	11	11
10	9	44	28,3	41,9911	43	88	8811
11	10	34	28,11	42,47	42	13	13
12	11	33	28,11	41,75	41	15	15
13	12	4	4,32	43,18	11	18	18
14	13	1	1,33	48,23	40	30	30
15	14	14	24,34	48,41	40	41	41
16	15	44	44,33	39,4	50	4	4
17	16	31	28,31	38,3	20	3	3
18	17	4	4,37	38,33	26	33	33
19	18	33	33,38	26,74	26	35	35
20	19	41	41,39	26,7	24	7	7
21	20	11	11,291	24,57	24	13	13
22	21	20	20,21	21,84	11	36	36
23	22	31	31,22	20,34	30	36	36
24	23	42	42,23	20,34	20	24	24
25	24	33	33,24	20,33	20	36	36

Рис. 1. Исходные данные и результат сортировки_1

26	25	34	34,25	20	1	1	
27	26	2	2,26	20	28	28	
28	27	46	46,26	15,48	26	14	14
29	28	44	44,27	15,48	26	14	14
30	29	44	44,27	15,48	26	14	14
31	30	47	47,27	15,36	26	14	14
32	31	47	47,27	15,36	26	14	14
33	32	17	17,28	20	22	4	4
34	33	18	18,28	20	22	4	4
35	34	18	18,28	20	22	4	4
36	35	18	18,28	20	22	4	4
37	36	18	18,28	20	22	4	4
38	37	18	18,28	20	22	4	4
39	38	18	18,28	20	22	4	4
40	39	18	18,28	20	22	4	4
41	40	18	18,28	20	22	4	4
42	41	18	18,28	20	22	4	4
43	42	18	18,28	20	22	4	4
44	43	18	18,28	20	22	4	4
45	44	18	18,28	20	22	4	4
46	45	18	18,28	20	22	4	4
47	46	18	18,28	20	22	4	4
48	47	18	18,28	20	22	4	4
49	48	18	18,28	20	22	4	4
50	49	18	18,28	20	22	4	4
51	50	18	18,28	20	22	4	4

Рис. 2. Исходные данные и результат сортировки_2

52	51	49	49,29	4,09	4	23	23
53	52	4	4,30	2,23	2	23	23
54	53	11	11,31	3,64	3	44	44
55	54	8	8,32	-1,23	-1	13	13
56	55	19	19,33	-1,87	-1	47	47
57	56	42	42,34	2,891	2	82	821
58	57	32	32,35	2,76	2	76	76
59	58	41	41,36	4,84	4	84	84
60	59	1	1,37	8,17	1	17	17
61	60	-7	-7,38	5,89	5	89	89
62	61	48	48,39	8,42	8	82	82
63	62	44	44,40	8,74	8	74	74
64	63	15	15,41	8,87	8	87	87
65	64	8	8,42	8,87	8	87	87
66	65	25	25,43	14,591	14	59	591
67	66	-1	-1,44	-15,05	-15	15	15
68	67	44	44,45	-16,15	-16	15	15
69	68	1	1,46	-16,38	-16	28	28
70	69	27	27,47	-17,33	-17	33	33
71	70	44	44,47	-17,44	-17	44	44
72	71	48	48,48	-18,74	-18	74	74
73	72	43	43,49	-18,88	-18	88	88
74	73	8	8,50	-17,88	-17	88	88
75	74	0	0,51	23,38	23	38	38

Рис. 3. Исходные данные и результат сортировки_3

17	18	-18	35.78	-24.801	-24	-40	-401
18	17	41	-41.77	-24.17	-24	75	75
19	18	28	28.78	-25.43	-26	-45	-45
58	78	22	22.79	-25.91	-25	81	81
81	80	8	8.801	-30.21	-36	21	21
82	10	-29	-29.81	-30.48	-36	-40	-40
101	102	-31	-31.82	-31.1	-31	1	1
102	101	-36	-36.83	-31.6	-31	6	6
86	14	-4	-4.84	-33.901	-33	50	501
88	10	31	31.85	-33.82	-33	82	82
87	16	23	23.86	-34.68	-34	85	85
88	17	-8	-8.87	-34.89	-34	89	89
89	18	19	19.88	-35.301	-35	30	301
96	16	34	-34.89	-35.63	-35	83	83
91	16	-14	-14.901	-36.3	-36	3	3
92	16	-8	-8.91	-36.12	-36	72	72
93	10	-41	-41.82	-37.21	-37	31	31
94	10	23	23.83	-38.07	-36	87	87
96	10	47	47.84	-40.29	-40	29	29
98	10	21	21.85	-41.92	-41	82	82
101	10	-18	-18.86	-42.23	-40	23	23
101	17	-39	-39.87	-44.58	-44	16	16
101	16	8	8.88	-46.301	-46	10	101
108	19	18	18.89	-47.52	-47	32	32
101	100	43	43.1261	-48.9	-48	9	9

Рис. 4. Исходные данные и результат сортировки_4

Библиографический список

1. Уокенбах, Дж. Подробное руководство по созданию формул в Excel 2002 / Дж. Уокенбах. – М.: Вильямс, 2002. – 624 с.
2. Уокенбах, Дж. Excel 2003. Библия пользователя / Дж. Уокенбах. – М.: Вильямс, 2004. — 768 с.

© Пчельник В.К., 2016

УДК 004.732

Ю. В. Редькин *

**Редькин Юрий Викторович, к.т.н., доцент,*

Государственный морской университет им. адм. Ф.Ф.Ушакова, г. Новороссийск

redkin_yura@mail.ru

И.И. Бузенков *

**Бузенков Игорь Иванович, к.т.н., доцент,*

Государственный морской университет им. адм. Ф.Ф.Ушакова, г. Новороссийск

Igor.buzenkov@mai.ru

Е.М. Чернышева *

**Чернышева Елена Михайловна, преподаватель,*

Государственный морской университет им. адм. Ф.Ф.Ушакова, г. Новороссийск

rdk_2013@mail.ru

ТЕХНОЛОГИИ ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ПО ПРОМЫШЛЕННЫМ БЕСПРОВОДНЫМ СЕТЯМ

Ключевые слова: локальная беспроводная сеть, помехоустойчивое кодирование, исправление ошибок передачи, блочное перемежение.

В работе рассмотрены технологии повышения достоверности передачи данных по промышленным беспроводным сетям, основанные на использовании FEC-кодов. Выполнена оценка эффективности их применения в условиях группирующихся помех.

При передаче данных по промышленным локальным беспроводным сетям (Wireless Local Area Network – WLAN) важнейшим требованием является достоверность их доставки к адресату. Обеспечение достоверной передачи связано с решением целого комплекса проблем, обусловленных незащищенностью канала связи и наличием большого числа факторов, изменяющих условия передачи данных по каналу. Среди них наиболее существенное влияние оказывают помехи различного рода от работающего радиооборудования, электромагнитные импульсы, возникающие при изменении режима работы мощного электрооборудования, разряды статического электричества, эффект Доплера и интерференция волн при перемещении промышленного оборудования [1].

Для увеличения вероятности безошибочной доставки данных по промышленным сетям WLAN применяют разнообразные методы увеличения достоверности передачи. Из них наиболее известным является помехоустойчивое кодирование данных и исправление ошибок передачи (Forward Error Correction – FEC) [2]. Основная идея FEC-кодирования заключается в том, что передаваемое сообщение разбивается на блоки длиной k символов и к каждому блоку добавляется $(n - k)$ проверочных символов, вместе образующих кодовое слово избыточного кода длиной n . Обычно с этой целью используют коды

Рида-Соломона (RS) различного вида или код Хэмминга (HAM). При любой структуре кода в схеме повторной передачи с использованием FEC-кодов при декодировании полученного пакета определяется число символов, принятых с ошибками, и, если оно находится в пределах исправляющей способности декодера приемника, то ошибки корректируются. Если же декодер не в состоянии исправить ошибки, то ожидается повторный прием пакета.

FEC-кодирование позволяет существенно повысить достоверность передачи данных, однако за счет увеличения накладных расходов на передачу (снижения скорости передачи по каналу). Несмотря на это использование FEC оправдано в сложной помеховой обстановке, поскольку уменьшает количество повторных передач пакетов и, таким образом, снижая общее время, требуемое для достоверной доставки данных.

На практике применение FEC-кодирования не всегда оказывается эффективным, поскольку такое помехоустойчивое кодирование обеспечивает защиту передаваемого блока данных только от отдельных ошибок, но не их пакетов (см. табл.1).

Таблица 1.

Сравнительные характеристики кодов

Код	Число информационных элементов	Число исправляемых ошибок
RS (7,5)	5	1
RS (7,3)	3	2
RS (15,9)	9	3
HAM (12,8)	8	1

В тоже время, особенностью передачи данных по промышленным WLAN сетям, работающим в условиях высокого уровня помех различного рода, является то, что при передаче искажаются не отдельные элементы в блоках данных, а целые последовательности информационных и проверочных символов или даже блоки целиком. Такие существенные искажения могут быть вызваны затуханиями и переотражениями сигналов, кратковременными активными помехами и другими причинами, вызывающими сосредоточенные по времени существенные ухудшения условий передачи по радиоканалу.

В этих условиях рекомендуется увеличивать “мощность” используемых FEC-кодов, защищая передаваемые данные с помощью более сложных кодов, позволяющих исправлять большее количество ошибок. Однако, такой подход, во-первых, резко снижает скорость передачи полезных данных, а, во-вторых, решает проблему только в случае кратковременных (импульсных) помех. Более эффективным в таких условиях оказывается применение перемежения передаваемых данных, которое, к тому же, не уменьшает скорость передачи данных.

Перемежением (Interleaving) принято называть изменение по определенному правилу естественного порядка передачи информационных и проверочных символов [3]. Обратную процедуру, в результате которой восстанавливается естественный порядок следования символов, принято называть депере-

межением (Deinterleaving). Основная идея всех методов перемежения заключается в том, чтобы рассредоточить символы кодового слова так, чтобы они были подвержены независимым (а не группирующимся) ошибкам. После перемежения возникающий пакет ошибок преобразуется в последовательность независимых ошибок, распределенных по всему сообщению, для исправления которых можно использовать менее мощные FEC-коды. Таким образом, изменение естественного порядка передачи символов является эффективным способом борьбы с группирующимися ошибками в канале передачи.

Известно несколько способов выполнения перемежения, реализующих диагональное, сверточное, межблоковое и блочное перемежение [3]. Наиболее простым из них является блочный метод перемежения. При блочном перемежении кодовые слова, например, коды Рида-Соломона $RS(n, k)$, длиной n символов записываются в виде таблицы из m строк по n символов. В результате строки таблицы представляют собой кодовые слова, содержащие k информационных символов S и $(n-k)$ проверочных символов P , как показано на рис.1. Параметр m называется глубиной перемежения.



Рис. 1. Принцип реализации блочного перемежения

После заполнения таблицы осуществляется последовательное считывание символов по столбцам и их передача по каналу связи. В приемнике выполняется обратная процедура – последовательная запись символов по столбцам до полного заполнения таблицы. Затем производится считывание символов по строкам таблицы и их декодирование с восстановлением искаженных символов. Такой перемежитель позволяет разрушить пакет ошибок длиной $L \leq m$, в результате чего в каждом кодовом слове будет не более одной ошибки, которые можно устранить методами FEC. В тоже время периодическая последовательность одиночных ошибок, отстоящих друг от друга на m символов, будет вызывать полное поражение ошибками некоторого одного слова.

Процедура блочного перемежения-деперемежения потока данных иллюстрируется на рис.2 для блока данных из трех кодовых слов Рида-Соломона $RS(7,5)$, то есть для $n=7, m=3$. Процесс перемежения для остальных кодов аналогичен.



Рис. 2. Принцип перемежения-деперемежения блока из трех кодовых слов RS(7,5)

Процесс перемежения заключается в передаче сначала первых элементарных символов каждого кодового слова, потом вторых, третьих и так далее. В случае возникновения пакетной ошибки (символы S_4^1, S_4^2, S_4^3 на рис.2) после процедуры деперемежения ошибочные символы равномерно распределятся в каждом кодовом слове. При этом повышается вероятность исправления ошибок в принятых данных. Как видно из рис.2, независимо от начала возникновения пакета ошибок длиной $L \leq m$ он будет поражать только один символ каждой строки. Таким образом, если исходный код обладает способностью исправлять одиночные ошибки в пределах кодового слова, то код с перемежением будет исправлять одиночные пакеты ошибок длиной m или менее. Если же исходный код может исправлять одиночные пакеты ошибок длиной L или менее, то код с перемежением будет исправлять одиночные пакеты длиной $L \cdot m$ или менее.

Оценим эффективность передачи данных с помощью технологии блочного перемежения. Для этого воспользуемся методикой оценки коэффициента передачи канала от вероятности ошибки, описанной в [4]. Будем полагать, что передача данных осуществляется кодами RS(7,5) блоками из трех слов, как это показано на рис.2. Кроме того, будем считать, что ошибки в канале независимы и вероятность возникновения ошибки, неустранимой методами FEC (искажения двух и более символов кодового слова), равна P_s . Тогда вероятность возникновения ошибки, неустранимой блочным перемежителем, можно оценить, как $3P_s^2$.

Результаты расчета коэффициента передачи K_t канала от вероятности ошибки (не приема кодового слова) P_s , выполненные с учетом сделанных предположений показаны на рис.3. Зависимости представлены для приема кодовых слов с помощью обычной технологии FEC (код RS(7,5)) и технологии блочного перемежения (блок из трех кодов RS(7,5)).

Как следует из представленных на рис.3 зависимостей, технология блочного перемежения позволяет существенно (по сравнению с обычным FEC-кодированием) уменьшить потери передаваемых данных в канале с группирующимися ошибками (например, в канале с замираниями). Таким образом, применение перемежения является эффективным средством борьбы с сосредоточенными по времени помехами и не приводит к снижению скорости передачи данных по каналу.

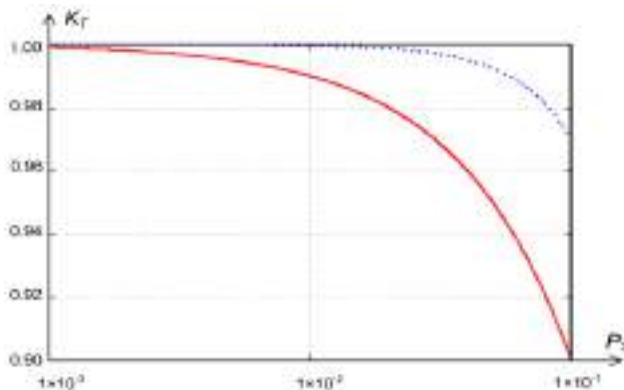


Рис. 3. Зависимость коэффициента передачи K_T канала от вероятности искажения символа P_S

Поскольку время воздействия и мощность помех носит случайный характер, то применение постоянных схем кодирования не всегда оказывается эффективным. Например, в режиме точка-точка, когда неправильно принятый пакет можно будет ретранслировать, целесообразно использовать менее мощные FEC-коды или вовсе обойтись без них. В режиме же точка-много точек (широковещательный) гарантия достоверной доставки данных отсутствует и целесообразно применять как FEC-кодирование, так и перемежение передаваемых данных. В реальных условиях эффективность применения этих технологий в значительной степени зависит от мощности и характера помех, действующих в канале передачи, но в любом случае обеспечивает существенное увеличение достоверности доставки данных адресату, что чрезвычайно важно для промышленных WLAN сетей.

Библиографический список

1. Денисенко В. Беспроводные локальные сети // Современные технологии автоматизации. – 2009. – №1. – С.90-102.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение, 2-е изд.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом “Вильямс”, 2003. – 1104 с.
3. Феер К. Беспроводная цифровая связь. Методы модуляции и расширения спектра / Камилло Феер; пер. с англ. под ред. В.И. Журавлева. – М.: Радио и связь, 2000. – 520 с.
4. Редькин Ю.В. Технологии обеспечения достоверности передачи данных в промышленных локальных беспроводных сетях // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015): Сборник статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч.2. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2015. – С. 195-200.

© Редькин Ю. В., Бузенков И.И., Чернышева Е.М., 2016

УДК 004.891

Н.А. Седова*

**Седова Нелли Алексеевна, к.т.н., доцент*

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского», г. Владивосток

nellyfish81@mail.ru

В.А. Седов*

**Седов Виктор Александрович, к.ф.-м.н., доцент*

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского», г. Владивосток

sedov@msun.ru

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ БЕЗОПАСНОЙ СКОРОСТИ СУДНА

Ключевые слова: правила предупреждения столкновений судов в море, безопасная скорость, радиолокационная станция, система поддержки принятия решений, семантическая сеть, дерево принятия решений.

Представлен фрагмент системы поддержки принятия решений судоводителем, использующейся для определения безопасной скорости движения судов и базирующейся на утвержденных Международных правилах предупреждения столкновений судов в море.

Поскольку в подавляющем большинстве случаев аварийные ситуации и опасные инциденты на море создаются с участием или по вине человека, то разработка систем, способных снизить или даже полностью исключить человеческий фактор, например, систем поддержки принятия решений (СППР) является актуальной. Цель настоящей работы заключается в представлении фрагмента разрабатываемой авторами экспертной системы для судоводителей [1-4], базирующейся на Международных правилах предупреждения столкновений судов в море (МППСС) [5], комментариях к ним, например [6, 7], и рекомендациях так называемой «хорошей морской практики».

Экспертная система для судоводителей состоит из пяти подсистем, объединенных единым интерфейсом, с помощью которого система путём последовательного опроса пользователя получает ответы и выдает решение, совпадающее с решением экспертов-судоводителей. Первая подсистема «СППР при плавании судов при любых условиях видимости» базируется на правилах 4-10 МППСС, а также комментариях [6, 7] и рекомендациях так называемой «хорошей морской практики». Вторая подсистема «СППР при плавании судов на виду друг у друга» базируется на правилах 11-18 МППСС. Третья подсистема «СППР при плавании судов при ограниченной видимости» базируется на правиле 19 МППСС. Четвертая подсистема «Огни и знаки» базируется на правилах 20-31 МППСС, комментариях [6, 7], а также приложении I «Расположение и технические характеристики огней и знаков». Пятая подсистема «Звуковые и световые сигналы» базируется на правилах 32-37 МППСС, комментариях [6, 7], приложении II «Дополнительные сигналы для рыболовных судов, занятых

ловом рыбы вблизи друг от друга», приложении III «Технические характеристики звукоимпульсных устройств», а также приложении IV «Сигналы бедствия».

Совокупность СППР, базирующихся на правилах 4-10 МППСС, включая СППР для определения безопасной скорости судна, образует подсистему «СППР при плавании судов при любых условиях видимости», которая, в свою очередь, является частью СППР для судоводителей. На рис. 1 представлена семантическая сеть, включающая все понятия и связи между понятиями, встречаемыми в правиле 6 и комментариях к нему [6, 7].

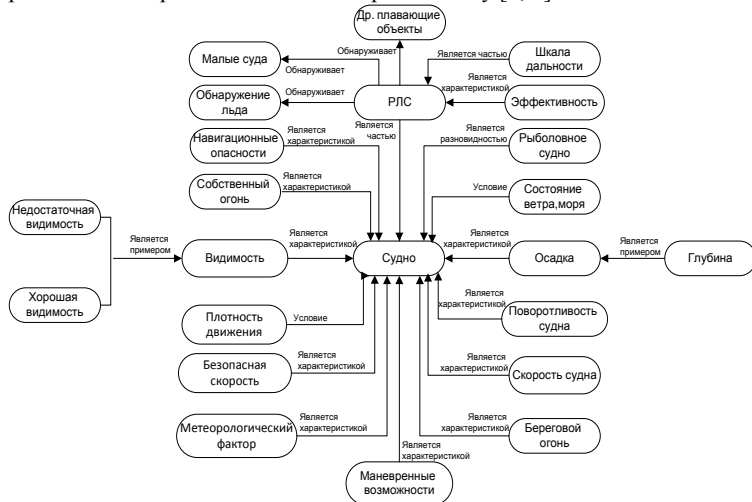


Рис. 1. Семантическая сеть правила 6

Для подсистемы «СППР при плавании судов при любых условиях видимости» составлен перечень вопросов и ответов, которые должна выводить СППР (в скобках указана часть правила, позволившая сформировать вопрос или ответ СППР).

Вопрос 1: «Приближается ли судно к району с ограниченной видимостью?» (a-i). Варианты ответов на вопрос 1: «если да, то необходимо снизить скорость» (a-i); «если нет, то продолжить движение с имеющейся скоростью» (a-i).

Вопрос 2: «Судно подходит к району концентрации рыболовных и иных судов, плавающих во время промысла переменными курсами и скоростями?» (a-ii). Варианты ответов на вопрос 2: «если да, то судно должно по возможности обходить эти районы» (a-ii); «если нет, то продолжить движение без изменения маршрута» (a-ii).

Вопрос 3: «Маневренные возможности судна ограничены?» (a-iii). Варианты ответов на вопрос 3: «если да, то необходимо двигаться с безопасной ско-

ростью» (a-iii); «если нет, то продолжить движение с имеющейся скоростью» (a-iii).

Вопрос 4: «Судно должно учитывать наличие фона освещения от береговых огней?» (a-iv). Варианты ответов на вопрос 4: «должно, если темное время суток» (a-iv); «не должно, если светлое время суток» (a-iv).

Вопрос 5: «Поблизости имеется наличие навигационных опасностей?» (a-v). Варианты ответов на вопрос 5: «если да, то следует учитывать выбор безопасной скорости» (a-v); «если нет, то продолжит движение, не меняя скорости» (a-v).

Вопрос 6: «Осадка судна большая?» (a-vi). Варианты ответов на вопрос 6: «если да, то следует учитывать глубины» (a-vi); «если нет, то учитывать глубину не обязательно» (a-vi).

Вопрос 7: «У радиолокационного оборудования судна эффективность и характеристики ограничены?» (b-i). Варианты ответов на вопрос 7: «если да, то следует снизить скорость» (b-i); «если нет, то продолжит движение, не меняя скорости» (b-i).

Вопрос 8: «Наблюдения по шкале дальности ведутся с перерывами?» (b-ii). Варианты ответов на вопрос 8: «если да, то безопасный ход следует снизить» (b-ii); «если нет, то продолжить движение, не меняя скорости» (b-ii).

Вопрос 9: «Неблагоприятные гидрометеорологические условия?» (b-iii). Варианты ответов на вопрос 9: «если да, то дальность радиолокационного обнаружения уменьшается» (b-iii); «если нет, то дальность радиолокационного обнаружения не изменяется» (b-iii).

Вопрос 10: «Судно вошло в зону помех от сильного волнения?» (b-iv). Варианты ответов на вопрос 10: «если да, то эхо-сигналы становятся неразличимыми» (b-iv); «если нет, то эхо-сигналы остаются различимыми» (b-iv).

Вопрос 11: «Окружающая обстановка стала сложной?» (b-v). Варианты ответов на вопрос 11: «если да, то безопасная скорость судна с РЛС должна быть снижена» (b-v); «если нет, то скорость не меняется» (b-v).

Вопрос 12: «У наблюдателя РЛС нет соответствующей квалификации и опыта?» (b-vi). Варианты ответов на вопрос 12: «если да, то возможно столкновение судов» (b-vi); «если нет, следует учитывать выбор безопасной скорости» (b-vi).

Используя правило 6 МППСС, а также комментарии к нему, сформирована совокупность заключений СППР, используемых для создания дерева принятия решений, включающего все возможные случаи, которые могут возникнуть при принятии решений. Некоторые вопросы или ответы, имеющие лингвистическую неопределенность, в дальнейшем планируется уточнить и ввести в СППР дополнительные уточняющие модули.

Заключение 1: «Судно должно снизить скорость» (пункт 5 комментария [6] к правилу 6 (a-i)). Заключение 2: «Судно должно по возможности обходить эти районы» (пункт 6 комментария [6] к правилу 6 (a-i)). Заключение 3: «Судно должно двигаться с безопасной скоростью» (пункт 8 комментария [6] к правилу 6 (a-iii)). Заключение 4: «Судно должно учитывает наличие фона освещения от береговых огней» (пункт 9 к правилу 6 (a-iv)). Заключение 5: «Следует учитывать выбор безопасной скорости» (пункт 10 комментария [6] к правилу 6 (a-

v). *Заключение 6*: «Следует учитывать глубины» (пункт 11 комментария [6] к правилу 6 (a-vi)). *Заключение 7*: «Следует снизить скорость» (пункт 12 комментария [6] к правилу 6 (b-i)). *Заключение 8*: «Безопасный ход следует снизить» (пункт 13 комментария [6] к правилу 6 (b-ii)). *Заключение 9*: «Дальность радиолокационного обнаружения уменьшается» (пункт 16 комментария [6] к правилу 6 (b-iii)). *Заключение 10*: «Эхо-сигналы становятся неразличимыми» (пункт 17 комментария [6] к правилу 6 (b-iv)). *Заключение 11*: «Безопасная скорость судна с РЛС должна быть снижена» (пункт 18 комментария [6] к правилу 6 (b-v)). *Заключение 12*: «Возможно столкновение судов» (пункт 19 комментария [6] к правилу 6 (b-vi)).

Перечень используемых СППР для определения безопасной скорости судна продукционных правил на естественном языке сформулированы следующим образом.

Правило 1. Если (судно подходит к району с ограниченной видимостью), то (судно должно снизить скорость). *Правило 2*. Если (судно подходит к району концентрации рыболовных и иных судов, плавающих во время промысла переменными курсами и скоростями), то (судно должно по возможности обходить эти районы). *Правило 3*. Если (маневренные возможности судна ограничены), то (судно должно двигаться с безопасной скоростью). *Правило 4*. Если (судно учитывает наличие фона освещения от береговых огней), то (темное время суток). *Правило 5*. Если (вблизи наличие навигационных опасностей), то (следует учитывать выбор безопасной скорости). *Правило 6*. Если (осадка судна большая), то (следует учитывать глубины). *Правило 7*. Если (у радиолокационного оборудования судна эффективность и характеристики ограничены), то (следует снизить скорость). *Правило 8*. Если (наблюдения по шкале дальности ведутся с перерывами), то (безопасный ход следует снизить). *Правило 9*. Если (неблагоприятные гидрометеорологические условия), то (дальность радиолокационного обнаружения уменьшается). *Правило 10*. Если (судно вошло в зону помех от сильного волнения), то (эхо-сигналы становятся неразличимыми). *Правило 11*. Если (окружающая обстановка стала сложной), то (безопасная скорость судна с РЛС должна быть снижена). *Правило 12*. Если (у наблюдателя РЛС нет соответствующей квалификации и опыта), то (возможно столкновение судов).

Реализация СППР [8, 9] для судоводителей осуществлялась с помощью оболочки Rulebook [2-4]. Тестирование фрагмента СППР несколькими экспертами показало его работоспособность и адекватность тестовым примерам. Например, возникла ситуация, когда у судна большая осадка и вблизи имеются навигационные опасности, тогда СППР путём последовательного опроса (рис. 2) получает ответы и выдает решение, совпадающее с предварительным решением экспертов в данном случае: «следует учитывать выбор безопасной скорости и следует учитывать глубины».



Рис. 2. Тестирование фрагмента СППР

Дальнейшие исследования будут направлены на учет имеющихся в правилах МППСС лингвистических неопределенностей [10], а также наполнению СППР знаниями других экспертов и нормативных документов для судоводителей [11, 12], что потенциально позволит помочь судоводителям в принятии верной стратегии при маневрировании.

Библиографический список

1. Седова Н.А. Формализация Международных правил предупреждения столкновений в море с помощью логических систем // Бюллетень транспортной информации. – 2013. – №. 6 (216), с. 10–12.
2. Седова Н.А. Система поддержки принятия решений при плавании судов на виду друг у друга // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», 2013, № 11/12, с. 29–32.
3. Седова Н.А. Система поддержки принятия решений для определения дальности видимости огней // Информационные технологии XXI века: материалы международной научной конференции, Хабаровск, 20-24 мая 2013 – Хабаровск: Изд-во Тихоокеан. гос. ун-та, 2013. – с. 98–101.
4. Седова Н.А. Система поддержки принятия решений для определения навигационных огней // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. (ITRT-2013): сб. ст. III международной заочной научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2013. – с. 282–285.
5. Международные правила предупреждений столкновений судов в море, 1972 г. / Под ред. Н.А. Долотова, Н.А. Паламарчука. – Издание Главного управления навигации и океанографии Министерства обороны союза ССР, 1982. – 87 с.
6. Яскевич А.П., Зурабов Ю.Г. Комментарии к МППСС-72: Справочник. – М.: Транспорт, 1990. – 479 с.
7. Коккрофт А.Н., Ламейер Дж. Н.Ф. Толкование МППСС-72. Пер. с англ. Н.Я. Брызгина и Н.Т. Шайхутдинова; под. ред. Н.Я. Брызгина. М.: Транспорт, 1981. – 280 с.

8. *Ларионов И.П., Хорев П.Б.* Особенности представления знаний в экспертной системе поддержки проектирования комплексной системы защиты информации // В сборнике: Современные проблемы гуманитарных и естественных наук Материалы XXIV международной научно-практической конференции. Научно-информационный издательский центр «Институт стратегических исследований». 2015. С. 42–48.

9. *Хорев П.Б., Ларионов И.П.* Особенности разработки методики оценки информационной безопасности предприятия для экспертных систем // Современная наука: актуальные проблемы и пути их решения. 2014. № 9. С. 14–19.

10. *Гриняк В.М., Трофимов М.В.* Нейро-нечёткая модель оценки характера движения при многомодельном сопровождении траектории судна // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2013. № 3. С. 92–103.

11. *Герасименко Л.В., Головченко Б.С.* Интерполяция траектории движения судов при обработке данных навигационных измерений // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2015. № 5-1. С. 185–190.

12. *Гриняк В.М., Герасименко Л.В., Девятисильный А.С.* Многоуровневая модель идентификации опасных ситуаций береговыми системами управления движения судов // Навигация и гидрография. 2015. № 40. С. 29–38.

© Седова Н.А., Седов В.А., 2016

УДК 656.61.052

В.А. Седов*

**Седов Виктор Александрович, к.ф.-м.н., доцент*

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского», г. Владивосток

sedov@msun.ru

Н.А. Седова*

**Седова Нелли Алексеевна, к.т.н., доцент*

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского», г. Владивосток

nellyfish81@mail.ru

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАСХОЖДЕНИЯ МОРСКИХ СУДОВ НЕЙРО-НЕЧЁТКИМИ СЕТЯМИ МЕТОДОМ СУБКЛАСТЕРИЗАЦИИ

Ключевые слова: расхождение судов, нейро-нечеткая сеть, метод субкластеризации, маневренный планшет, пеленг, курс судна, изменение курса, алгоритм обратного распространения ошибки, гибридный метод.

Представлены результаты проведённого компьютерного моделирования по определению наилучших параметров генерированных методом субкластеризации нейро-нечётких сетей, использующихся для расхождения морских судов, находящихся в зоне чрезмерного сближения.

Задача расхождения морских судов до сих пор остается актуальной, несмотря на существенные результаты, полученные в последнее время. Так, авторами в работах [1-4] предложены методы и проведено компьютерное моделирование по определению степени опасности столкновения морских судов. Такие методы используются как предшествующие задаче расхождения в случаях, когда имеет место высокая степень опасности столкновения. В настоящей работе представлены результаты компьютерного моделирования задачи расхождения морских судов в зоне чрезмерного сближения [5] с использованием нейро-нечётких сетей [6], являющихся комбинацией нейронных сетей [7, 8], обладающих способностью к обучению и возможности реализовывать распределенные схемы выполнения вычислений (что позволяет управлять многомерными процессами и системами без значительного увеличения времени) [9], и систем на базе теории нечётких множеств [10-12], использующей понятие лингвистической переменной. Моделируемые нейро-нечёткие сети реализованы в среде Matlab ANFIS, при этом генерирование нейро-нечётких сетей проводилось по методу субкластеризации.

Для проведения компьютерного моделирования предварительно сформирована обучающая выборка, состоящая из 525 обучающих пар, где каждая обучающая пара представляет собой информацию {вход, выход}, при этом вход представляет собой вектор из значений входных лингвистических переменных, таких как пеленг на судно-цель, курс судна-оператора, курс судна-цели, скорость судна-цели [5], а выход – заранее рассчитанное с помощью маневренного планшета значение изменения курса судна-оператора, причём

выходу соответствует значение отрезка $[-60^\circ; 360^\circ]$, где величине, равной -60° , соответствует терм «сильно влево», величине -30° – терм «влево», величине 0° – терм «прямо» (не изменяется ни курс, ни скорость судна-оператора), величине 60° – терм «сильно вправо», величине 30° – терм «вправо», а величине 360° – манёвр циркуляции (соответственно – терм «циркуляция»).

В результате проведённого компьютерного моделирования в среде Matlab ANFIS были обучены с использованием метода оптимизации «backproga», т.е. с использованием алгоритма обратного распространения ошибки, и с использованием метода оптимизации «hibrid», т.е. гибридного метода, по 144 различные нейро-нечёткие сети. Таким образом, к компьютерному моделированию привлечены 288 нейро-нечётких сетей. Параметры метода субкластеризации варьировались следующим образом: параметр «Range of influence» (уровень влияния входных лингвистических переменных) – от 0.2 до 0.5 с шагом 0.1, параметр «Squash factor» (коэффициент подавления) – от 1 до 1.375 с шагом 0.125, параметр «Accept ratio» (параметр, «определяющий, насколько потенциал указанной точки выше потенциала центра первого кластера» [13]) – от 0 до 0.4 с шагом 0.2, а параметр «Reject Ratio», т.е. «параметр, определяющий, насколько потенциал указанной точки ниже потенциала центра первого кластера, чтобы рассматриваемая точка была исключена из возможных центров кластеров» [13] – от 0 до 0.3 с шагом 0.15. Во всех 288 нейро-нечётких сетей использовалось 100 эпох обучения.

Наилучшей при использовании метода оптимизации «backproga» с ошибкой обучения $1,2603E-01$ оказались нейро-нечёткие сети с параметром «Range of influence», равным 0.3, параметром «Squash factor», равным 1 и 1.125, параметром «Accept ratio», равным 0, а также параметром «Reject Ratio», равным 0 и 0.15. Наилучшими нейро-нечёткими сетями при использовании метода оптимизации «hibrid» оказались сети, выдавшие ошибку обучения, равную $1,3629E-03$, имеющие следующие параметры: «Range of influence» – 0.3, «Squash factor» – 1, «Accept ratio» – 0.4, «Reject Ratio» – 0, 0.15 и 0.3. В целом, результаты компьютерного моделирования показали, что гибридный метод оптимизации для нейро-нечётких сетей, где генерирование сетей происходит по методу субкластеризации, показывает наилучшие результаты.

Для наилучших трёх моделей нейро-нечётких сетей, использующих метод оптимизации «hibrid», проведено тестирование на 525 тестовых примерах. Для оценки качества моделирования рассчитаны средняя абсолютная ошибка (Mean Absolute Error, MAE), средняя квадратическая ошибка и симметричная средняя абсолютная процентная ошибка (Symmetric Mean Absolute Percentage Error, SMAPE).

В результате компьютерного моделирования всех трёх моделей получены следующие значения оценок качества: MAE = $5.48E-04$, RMSE = $1.36E-03$, SMAPE = $2.94E-05$. Следует отметить, что для наилучших трёх моделей нейро-нечётких сетей, обученных с использованием метода оптимизации «backproga», компьютерное моделирование и расчёт оценок качества показал следующие результаты: MAE – от $3.54E-02$ до $5.05E-02$, RMSE – от $1.37E-01$ до $3.87E-01$, SMAPE – от $1.9E-03$ до $2.72E-03$. Таким образом, проведенное

компьютерное моделирование демонстрирует достаточно высокое качество расхождения морских судов в зоне чрезмерного сближения с использованием нейро-нечётких сетей.

Таким образом, проведено компьютерное моделирование 288 нейро-нечёткие сети, где генерирование сети происходило по методу субкластеризации, в результате которого получено, что наилучшие результаты показывает гибридный метод оптимизации. Проведено тестирование наилучших нейро-нечётких сетей, показавшее их адекватность предлагаемым тестовым примерам по расхождению судов в зоне чрезмерного сближения. Дальнейшие исследования будут направлены на разработку программно-аппаратной реализации системы, базирующейся на нейро-нечеткую модель, расхождения морских судов в зоне чрезмерного сближения.

Библиографический список

1. *Егоров А.А., Седова Н.А., Седов В.А.* Определение степени опасности столкновения судов нейро-нечёткими сетями по методу решетки // В сборнике: Международна научна школа «Парадигма». Лято-2015 сборник научни статии в 8 томах. 2015. С. 69-73.

2. *Седов В.А., Седова Н.А., Егоров А.А.* Число циклов обучения нейро-нечётких сетей для определения степени опасности столкновения судов // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия «Естественные и технические науки», 2015, № 1-2, с. 53-56.

3. *Седов В.А., Седова Н.А.* Определение степени опасности столкновения судов нейро-нечёткими сетями методом субкластеризации // В сборнике: Информационно-телекоммуникационные системы и технологии Всероссийская научно-практическая конференция. 2015. С. 246.

4. *Седов В.А., Седова Н.А.* Моделирование расхождения морских судов нейро-нечёткими сетями методом решетки // Решение. 2015. Т. 1. С. 247-249.

5. *Седова Н.А.* Расхождение судов в зоне чрезмерного сближения // Мир транспорта. 2014. Т. 12. № 6 (55). С. 124-132.

6. *Гриняк В.М., Трофимов М.В.* Нейро-нечёткая модель оценки характера движения при многомодельном сопровождении траектории судна // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2013. С. 97-108.

7. *Петров С.А., Хорев П.Б.* Использование нейронных сетей при оценке защищенности корпоративных информационных систем // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2015. № 5-2. С. 152-157.

8. *Ефремов А.А., Кориков А.М.* О применении кусочно-непрерывных функций к заданию функций принадлежности нечётких чисел (L-R)-типа // Вестник науки Сибири. 2011. № 1 (1). С. 340-343.

9. *Ватутин В.М., Крузлов А.В., Сашов А.А., Заднепровский В.Ф., Недев М.Д., Талалаев А.А., Фраленко В.П., Хромов О.В., Хачумов В.М., Снегирев В.М.* Использование нейронных сетей и средств распараллеливания для высокопроизводительной обработки данных // Stredoevropsky Vestnik pro Vedu a Vyzkum. 2015. Т. 70. С. 9.

10. *Анфалов К.В., Мазуров А.В.* Применение методологии нечеткой логики в вопросах маршрутизации // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2014. № 3. С. 25–29.

11. *Анфалов К.В.* Применение методологии нечеткой логики для исследования канала связи // Наука - промышленности и сервису. 2012. № 7. С. 412–415.

12. *Добрыгина В.Е., Швец А.В.* Использование алгоритмов нечеткой кластеризации для моделирования электронных схем // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2013. № 3. С. 121–125.

13. *Штовба С.Д.* Проектирование нечётких систем средствами MATLAB. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 288 с.

© *Седов В.А., Седова Н.А., 2016*

УДК 681.3

В.А. Седов*

**Седов Виктор Александрович, к.ф.-м.н., доцент*

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского», г. Владивосток

sedov@msun.ru

Н.А. Седова*

**Седова Нелли Алексеевна, к.т.н., доцент*

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского», г. Владивосток

nellyfish81@mail.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЯЗЫКА FUNCTION BLOCK DIAGRAM ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ ТРЕУГОЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

Ключевые слова: лингвистическая переменная, нечеткая переменная, функция принадлежности, язык функциональных блоковых диаграмм, треугольная функция принадлежности.

Представлена программная реализация на языке функциональных блоковых диаграмм треугольной функции принадлежности нечёткой переменной.

Теория нечётких множеств, положительно зарекомендовавшая себя при разработке интеллектуальных систем управления сложными, плохо формализуемыми объектами [1, 2], требует построения входных и выходных лингвистических переменных, представляющих собой совокупность $(\beta, T, I_\beta, G, M)$, где β – название лингвистической переменной, T – базовое терм-множество, т.е. множество различных значений лингвистической переменной, каждое из которых представляет собой нечёткую переменную, I_β – универсальное множество (область определения лингвистической переменной), G – синтаксическая процедура, описывающая процесс формирования новых термов из термов базового терм-множества, M – семантическая процедура, описывающая смысловую нагрузку нового терма, полученного с помощью процедуры G . Каждая нечёткая переменная, в свою очередь, представляет собой совокупность (α, I_α, A) , где α – название нечёткой переменной, I_α – универсальное множество (область определения нечёткой переменной), A – нечёткое множество, заданное на I_α , определяющее различные значения нечёткой переменной, при этом одним из способов задания нечеткого множества используется метод построения функций принадлежности. В работах [3-5] для построения функций принадлежности используются среды разработки Matlab и Mathcad, а в настоящей работе – унифицированная среда разработки PC WorX, используемая для программирования контроллеров различных классов [6, 7].

Среда разработки PC WorX поддерживает несколько языков программирования, соответствующих МЭК 61131-3, в настоящей работе для построения треугольных функций принадлежности используется язык функциональных блоковых диаграмм [8, 9].

Аналитическое представление треугольных функций принадлежности $F(X; a, b, c)$ можно задать формулой:

$$F(X; a, b, c) = \begin{cases} 0, & \text{если } X \leq a, \\ \frac{X - a}{b - a}, & \text{если } a \leq X \leq b, \\ \frac{c - X}{c - b}, & \text{если } b \leq X \leq c, \\ 0, & \text{если } c \leq X, \end{cases}$$

где a, b и c – числовые параметры из множества действительных чисел.

На рисунке 1 показана реализация на языке функциональных блок-диаграмм треугольной функции принадлежности при следующих параметрах: $a = 2, b = 8, c = 11$.

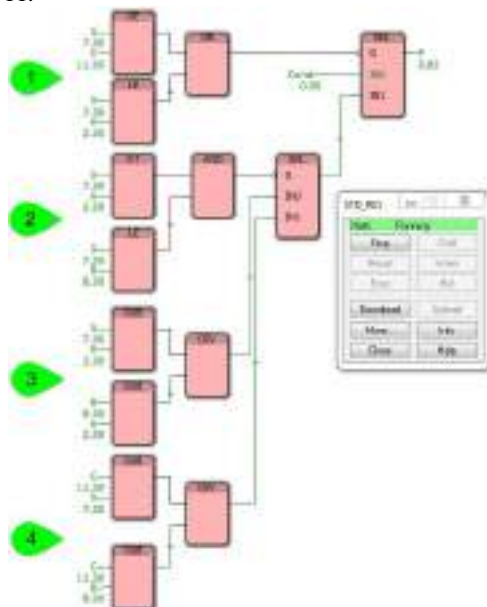


Рис. 1. Треугольная функция принадлежности на языке функциональных блок-диаграмм

Блоками схемы GE, LE и OR (маркер 1) проверяются условия $X \leq a$ и $c \leq X$. При выполнении этих условий выходному значению функции принадлежности ставится в соответствие переменная $Const = 0$. Блоками GT, LE и AND (маркер 2) проверяется принадлежность переменной X диапазону $a \leq X \leq b$, при выполнении этого условия на выход F подается результат выполнения операции $\frac{X - a}{b - a}$ (маркер 3), если условие не выполняется, то на выход F по-

дается результат математической операции $\frac{c - X}{c - b}$ (маркер 4). Использование

функций принадлежности нечётких множеств на языке функциональных блок-овых диаграмм позволит разрабатывать нечёткие контроллеры в среде разработки PC WогX.

Использование среды разработки PC WогX для построения функций принадлежности нечётких множеств позволит разрабатывать нечёткие контроллеры на языке функциональных блок-овых диаграмм.

Библиографический список

1. *Анфалов К.В., Мазуров А.В.* Применение методологии нечеткой логики в вопросах маршрутизации // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2014. № 3. С. 25–29.

2. *Добрыгина В.Е., Швец А.В.* Использование алгоритмов нечеткой кластеризации для моделирования электронных схем // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2013. № 3. С. 121–125.

3. *Стримжа М.М., Мазур М.В., Седова Н.А.* Реализация в Mathcad элементов теории нечётких множеств // В сборнике: Международна научна школа «Парадигма». Лято-2015 сборник научни статии в 8 томах. 2015. С. 288–296.

4. *Суханова А.Г.* Нечетко-множественный подход к выбору инвестиционного портфеля в системе Mathcad // Системы компьютерной математики и их приложения. 2015. № 16. С. 38–41.

5. *Бабенко Е.Р., Абраменко О.С., Седова Н.А.* Реализация в Matlab элементов теории нечётких множеств // В сборнике: Международна научна школа «Парадигма». Лято-2015 сборник научни статии в 8 томах. 2015. С. 52–56.

6. *Боженков В.В., Косак А.А., Шахлевич Г.М.* Лабораторный практикум в структуре интерактивных образовательных ресурсов по инженерным дисциплинам // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2014. № 3. С. 42–47.

7. *Кузьмичев А.Б., Рудаков В.В.* Многопользовательская архитектура информационной системы // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2015. № 5-1. С. 342–345.

8. *Седов В.А., Седова Н.А.* Задачи булевой алгебры на языке Function block diagram // В сборнике: Информационно-телекоммуникационные системы и технологии Всероссийская научно-практическая конференция. 2015. С. 245.

9. *Седова Н.А., Седов В.А.* Функции принадлежности нечётких множеств на языке Function Block Diagram // Решение. 2015. Т. 1. С. 249–251.

© *Седов В.А., Седова Н.А., 2016*

УДК 004.827

Н.А. Седова*

**Седова Нелли Алексеевна, к.т.н., доцент*

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского», г. Владивосток

nellyfish81@mail.ru

В.А. Седов*

**Седов Виктор Александрович, к.ф.-м.н., доцент*

ФБОУ ВПО «Морской государственный университет им. адм. Г. И. Невельского», г. Владивосток

sedov@msun.ru

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕОРИИ НЕЧЕТКИХ МНОЖЕСТВ ДЛЯ ОЦЕНКИ УЧАСТНИКА ПРОГРАММЫ «У.М.Н.И.К.»

Ключевые слова: входная лингвистическая переменная, терм-множество, правило нечётких продукций, инноватор, участник, критерий отбора.

Представлена модель автоматической системы оценки участника программы по выявлению перспективного инновационного проекта. Модель базируется на теории нечетких множеств, состоит из трёх нечётких подсистем и результирующей, аккумулирующей подсистемы. База правил нечетких продукций состоит из 160 правил.

Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (далее – Фонд) организована программа «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» – «У.М.Н.И.К.», в рамках которой молодым инноваторам в возрасте от 18 до 28 лет предлагается побороться за грант в размере 400 тыс. руб. Согласно положению региональные представители Фонда создают региональное экспертное жюри, которое после очной защиты проекта инноваторами выносит решение согласно принятым Фондом критериям отбора победителей, приведенным в положении [1]. В настоящей работе для оценки инноваторов членами экспертного жюри предлагается система на базе теории нечётких множеств (СТНМ) [2-7], позволяющая в автоматическом режиме членам экспертного жюри выставлять баллы по семи группам критериев отбора с последующим получением унифицированной оценки. Каждый из критериев отбора в представляемой модели является входной лингвистической переменной (ВЛП), причём каждая ВЛП задана на универсальном множестве [0, 10], где 10 означает высокую оценку.

Предложенная СТНМ, структура которой показана на рис. 1, состоит из четырёх подсистем, причем первые три предназначены для определения предварительной промежуточной оценки, а результирующая – предназначена для определения итоговой величины, характеризующей значение по десятибалльной системе, соответствующее оценке участника программы «У.М.Н.И.К.». Участники с максимальными оценками объявляются победителями программы «У.М.Н.И.К.» региона. Подобная структура оптимальна в связи с тем, что в случае непосредственного определения результирующей величины СТНМ,

содержащая семь входных лингвистических переменных, должна содержать 16384 правила (четыре в седьмой степени, поскольку в каждой из семи входных лингвистических переменных по четыре значения), анализ которых практически невозможен.

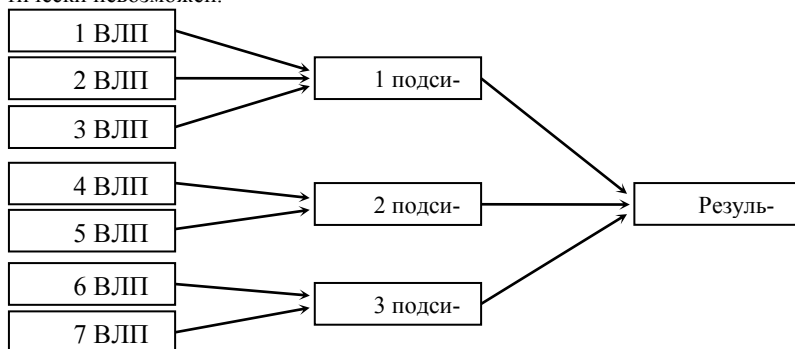


Рис. 1. Структура автоматической системы на базе теории нечётких множеств для получения оценки участника программы «У.М.Н.И.К.»

Рассмотрим подробнее каждую из подсистем СТНМ для получения оценки участника программы «У.М.Н.И.К.». Первая подсистема предназначена для определения предварительной промежуточной оценки, получаемой из анализа следующих входных лингвистических переменных: «Актуальность идеи», «Научная новизна» и «Техническая значимость».

Первая входная лингвистическая переменная «Act – Актуальность идеи» состоит из следующих термов базового терм-множества (характеристики термов заимствованы из положения программы «У.М.Н.И.К.» [1]):

1. Act_0 – идея не является актуальной, отсутствует потребность;
2. Act_1to4 – существует вероятность актуализации предлагаемой идеи в будущем;
3. Act_5to9 – идея актуальна, но сфера применения узкая;
4. Act_10 – идея является крайне актуальной для современного общества.

Вторая входная лингвистическая переменная «Nov - Научная новизна» состоит из элементов:

1. Nov_0 – идея не является новой, имеются аналогичные разработки или по представленному выступлению новизну невозможно оценить;
2. Nov_1to4 – предложение участника имеет некоторые уникальные особенности, создающие неочевидные технологические или эксплуатационные преимущества;
3. Nov_5to9 – существенная часть разработки является новой;
4. Nov_10 – предлагаемая идея является абсолютной новой.

Третья ВЛП «Zn – Техническая значимость» состоит из термов:

1. Zn_0 – идея не оказывает никакого влияния на современную технику и технологии, имеются аналогичные разработки, обладающие значительным

преимуществом или по представленному выступлению техническую значимость невозможно оценить;

2. Zn_1to4 – предложение участника имеет некоторые уникальные особенности, создающие технологические или эксплуатационные преимущества, и в определенной мере оказывают влияние на современную технику и технологии;

3. Zn_5to9 – существенная часть разработки оказывает влияние на современную технику и технологии;

4. Zn_10 – разработка оказывает очевидное влияние на современную технику и технологии.

Вторая подсистема предназначена для определения предварительной промежуточной оценки, получаемой из анализа: «Перспектива коммерциализации результата НИОКР» и «План реализации». Первая ВЛП «Перспектива коммерциализации результата НИОКР» второй подсистемы включает следующие элементы:

1. Com_0 – нет перспектив коммерческой реализации продукта, отсутствует платежеспособный рынок или пути коммерциализации не приведены в материалах выступления участника; риски проекта и меры по их уменьшению не приведены или совершенно не обоснованы;

2. Com_1to4 – анализ рынка проведен поверхностно, перспективы недостаточно обоснованы; обоснование рисков проекта и мер по их уменьшению приведены поверхностно или вызывают большие сомнения;

3. Com_5to9 – анализ рынка проведен детально, однако обоснование перспектив коммерческой реализации вызывает сомнения; обоснование рисков проекта и мер по их уменьшению вызывают сомнения только по отдельным пунктам;

4. Com_10 – анализ рынка проведен детально, обоснование перспектив коммерческой реализации не вызывает сомнений; обоснование рисков проекта и мер по их уменьшению не вызывают сомнения.

Вторая ВЛП «План реализации» второй подсистемы включает следующие элементы:

1. Rl_0 – участник не имеет плана реализации идеи;

2. Rl_1to4 – участник имеет приблизительный план реализации идеи без учета временных и финансовых затрат;

3. Rl_5to9 – участник имеет пошаговый план реализации идеи с указанием временных или экономических затрат;

4. Rl_10 – участник имеет подробный план реализации идеи с указанием временных и финансовых затрат.

Третья подсистема предназначена для определения предварительной промежуточной оценки, получаемой из анализа: «Увлеченность идеями» и «Оценка своих возможностей». Первая ВЛП «Увлеченность идеями» третьей подсистемы включает следующие элементы:

1. Uv_0 – увлеченность идеями отсутствует;

2. Uv_1to4 – выступающий в процессе изложения идеи часто или постоянно пользуется записями, не может ответить на вопросы экспертного совета, качество презентационных материалов низкое;

3. Uv_5to9 – выступающий презентует идею без помощи записей, на большинство вопросов экспертного совета отвечает уверенно, презентационные материалы адаптированы почти под все критерии оценки;

4. Uv_10 – выступающий энергично презентует идею без помощи записей, на все вопросы экспертного совета отвечает развернуто, презентационные материалы адаптирована под все критерии оценки.

Вторая ВЛП «Оценка своих возможностей» третьей подсистемы включает следующие элементы:

1. Vm_0 – представленные материалы не позволяют оценить наличие у выступающего возможностей для реализации идеи;

2. Vm_1to4 – участник имеет доступ к оборудованию для проведения НИОКР;

3. Vm_5to9 – участник имеет доступ к оборудованию для проведения НИОКР, стремится к созданию собственного предприятия, подтверждена заинтересованность от потенциальных заказчиков;

4. Vm_10 – участник имеет доступ к оборудованию для проведения НИОКР, экспериментальную базу для проведения испытаний, подтверждена заинтересованность от потенциальных заказчиков, подтверждена возможность привлечения дополнительных инвестиций.

Реализация автоматической системы для получения оценки участника программы «У.М.Н.И.К.» осуществлялась с использованием программной среды FuzzyTECH [4-6] при этом в качестве метода нечёткого логического вывода использован метод Мамдани. База правил нечетких продукций первой подсистемы и результирующего блока содержит 64 правила, а второй и третьей подсистемы – 16 правил, следовательно, общее число правил равно 160, что значительно меньше при другой структуризации.

Тестирование автоматической системы оценки участника программы «У.М.Н.И.К.» на нескольких примерах показало её адекватность моделируемым ситуациям. Так, на рисунке 2 показан пример функционирования СТНМ для случая, когда членом экспертного жюри актуальность идеи участника программы «У.М.Н.И.К.» оценивается в 5 баллов, научная новизна – в 8 баллов, техническая значимость – в 8 баллов, перспектива коммерциализации результата НИОКР – в 9 баллов, план реализации – в 9 баллов, увлеченность идеями – в 9 баллов, оценка своих возможностей – в 10 баллов, СТНМ выдаёт три промежуточные оценки ($RTB1 = 7$, $RTB2 = 7$, $RTB3 = 10$), а также определяет результирующую оценку FR , равную 10, что характеризует достаточно высокий уровень участника программы «У.М.Н.И.К.».



Рис. 2. Пример функционирования автоматической системы для получения оценки участника программы «У.М.Н.И.К.»

Дальнейшие исследования будут посвящены выработке критериев для оценки каждого терма в отдельности, а также разработке сложной системы автоматической оценки участника программы «У.М.Н.И.К.», способной снизить уровень человеческого фактора [8], влияющего на принятие решений по определению проектов программы «У.М.Н.И.К.».

Библиографический список

1. <http://fasie.ru/programs/programma-umnik/>
2. *Анфалов К.В., Мазуров А.В.* Примененные методологии нечеткой логики в вопросах маршрутизации // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2014. № 3. С. 25–29.
3. *Бобьрь М.В., Милостная Н.А.* Нечеткая модель интеллектуальной системы управления мобильным роботом // Проблемы машиностроения и автоматизации. 2015. № 3. С. 57–67.
4. *Седова Н.А., Седов В.А.* Логико-лингвистическая модель определения уровня квалификации эксперта // Современная наука: актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2014. № 7-8. С. 3–6.
5. *Седов В.А., Седова Н.А.* Самооценка системы менеджмента качества с использованием теории нечётких множеств // Программные системы и вычислительные методы. 2014. № 4. С. 456–463.
6. *Седов В.А.* Модель формирования экспертных групп, использующая элементы теории нечётких множеств // В сборнике: Информационно-телекоммуникационные системы и технологии Материалы Всероссийской научно-практической конференции. Кемерово, 2014. С. 421–422.
7. *Бранцевич П.Ю.* Методика применения измерительно-вычислительного комплекса «Тембр-М» при оценке вибрационного состояния механизмов и агрегатов // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2014. № 3. С. 52-64
8. *Кузьмичев А.Б., Мокшин Д.А.* Технология учёта текущей успеваемости по обучающимся в учебном заведении // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2014. № 3. С. 163–165.

© Седова Н.А., Седов В.А. , 2016

УДК 621.375

А.И. Серебряков *

** Александр Игоревич Серебряков, к.т.н., младший научный сотрудник
Донской государственной технической университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону*

sashaag@mail.ru, тел: +79661444833

И.В. Пахомов *

** Илья Викторович Пахомов, аспирант кафедры «Информационные системы и радиотехника»*

Донской государственной технической университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону

rahom2191@mail.ru, тел: +79094134744

А.В. Бугакова *

** Анна Витальевна Бугакова, магистрант Механико-радиотехнического факультета*

Донской государственной технической университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону

annabugakova.1992@mail.ru, тел: +79094169380

А.А. Игнашин *

** Андрей Алексеевич Игнашин, студент Механико-радиотехнического факультета*

Донской государственной технической университет (ДГТУ), г. Ростов-на-Дону

igan_96@mail.ru, тел: +79061833301

РАДИАЦИОННО-СТОЙКИЙ ДВУХКАСКАДНЫЙ МУЛЬТИДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЙ ОПЕРАЦИОННЫЙ УСИЛИТЕЛЬ С ПОВЫШЕННЫМ УСИЛЕНИЕМ НА ОСНОВЕ БАЗОВОГО МАТРИЧНОГО КРИСТАЛЛА АБМК_1_4

Ключевые слова: мультидифференциальный операционный усилитель, операционный усилитель, биполярно-полевой технический процесс, коэффициент усиления, температурная зависимость, радиационная зависимость, напряжение смещения нуля.

Рассматриваются методы повышения коэффициента усиления и уменьшения напряжения смещения нуля мультидифференциальных операционных усилителей при воздействии потока нейтронов и температуры.

Мультидифференциальные операционные усилители (МОУ), обладающие (в сравнении с классическими ОУ) рядом неоспоримых преимуществ по схемам включения и их параметрам, находят широкое применение в микроэлектронике [1-2]. Сегодня МОУ реализуются на биполярных и полевых транзисторах, а также в виде гибридных схмотехнических решений, содержащих биполярные и полевые транзисторы с управляющим р-п переходом. Последний подкласс МОУ при его реализации на основе технологии АБМК_1_4 и

АБМК_2_1 (ОАО «Интеграл», г. Минск) отличается высокой низкотемпературной и радиационной стойкостью и, в этой связи, относится к достаточно перспективной элементной базе.

В классических решениях МОУ из-за применения входных полевых транзисторов, которые характеризуются малой крутизной, не обеспечиваются высокие значения коэффициента усиления по напряжению (K_u). Для получения в таких МОУ повышенного K_u при ограничениях на число основных каскадов (не больше двух) необходима специальная схемотехника, учитывающая ограничения биполярно-полевой технологии АБМК_1_4, которая обеспечивает радиационную стойкость микроэлектронных изделий до 1 Мрад и выдерживает поток нейтронов до 10^{13} н/см² [3].

На рис. 1 показана схема МОУ с предлагаемым методом введения отрицательной обратной связи по синфазному сигналу (ООС) [3]. Решаемая здесь задача – повышение коэффициента усиления по напряжению разомкнутого МОУ при сохранении высокой стабильности нулевого уровня (малых напряжениях смещения нуля, $U_{см}$).

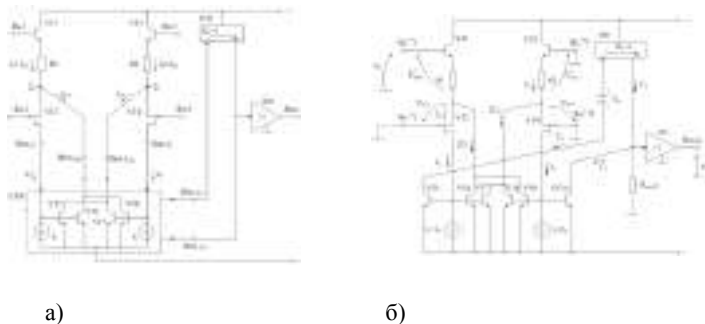


Рис. 1. Метод введения ООС по синфазному сигналу в мультидифференциальном операционном усилителе [3]

Особенность схем рис. 1 – взаимная компенсация в цепи отрицательной обратной связи по синфазному сигналу дифференциальных приращений коллекторных токов транзисторов VT6 и VT9, а также транзисторов VT7 и VT8. Это позволяет ввести токовую отрицательную обратную связь по синфазному сигналу и обеспечить повышенный коэффициент усиления входного дифференциального напряжения ОУ.

Рассмотрим работу МОУ рис. 1 в статическом режиме для случая, когда все его входы связаны с общей шиной. В этом включении МОУ эмиттерные токи входных биполярных транзисторов VT1, VT3 зависят от сопротивлений резисторов R1, R2, определяются геометрией входных полевых транзисторов VT2, VT4 и зависят от величины их тока истока $I_{cm}=I_o$. Для входной цепи МОУ можно записать следующее уравнение Кирхгофа:

$$U_{эб.1} + (2I_0^* + I_0)R_1 = U_{зи.2} \Big|_{I_c = I_0}, \quad (1)$$

где $U_{эб.1} \approx 0,7$ В – статическое напряжение эмиттер-база транзистора VT1; I_0^* – заданный уровень статического тока коллектора биполярных транзисторов VT5, VT10; I_0 – ток дополнительных токостабилизирующих двухполюсников I1, I2; $U_{зи.2} \Big|_{I_c = I_0}$ – напряжение затвор-исток полевого транзистора

VT2 с управляющим p-n переходом при токе стока, равном $I_{c2}=I_0$.

В уравнении (1) известными величинами являются $U_{эб.1} \approx 0,7$ В, а также напряжение $U_{зи.2}$ при заданном токе I_0 , которое определяется по стокозатворной характеристике входного полевого транзистора VT2 (VT4) с управляющим p-n переходом.

Таким образом, задавая величину статического тока I_0^* биполярных транзисторов VT5, VT10, из уравнения (1) можно найти необходимую величину сопротивлений резистора R1(R2), при котором в схемах МОУ рис. 1 устанавливается необходимый статический режим.

Для дифференциального входного сигнала МОУ переменные составляющие коллекторных токов биполярных транзисторов VT7, VT9 компенсируют друг друга в цепи истока входного полевого транзистора VT2 и не влияют на работу схемы. Поэтому общий коэффициент усиления МОУ рис. 1, например, для входа (V_x)⁽²⁾, определяется произведением

$$K_y = K_{y1}K_{y2}K_{yБУ} = u_{вых}/u_{вх}, \quad (2)$$

где K_{y1} – коэффициент передачи напряжения $u_{вых}$ со входа (V_x)⁽⁺¹⁾ МОУ в цепь стока полевого транзистора VT2 с управляющим p-n переходом; K_{y2} – коэффициент передачи напряжения от базы биполярного транзистора VT5 ко входу буферного усилителя БУ; $K_{yБУ} \approx 1$ – коэффициент передачи по напряжению буферного усилителя.

При этом

$$K_{y1} \approx R_{экв.с2}S_{ДК}, \quad (3)$$

где $R_{экв.с2}$ – эквивалентное сопротивление в цепи стока входного полевого транзистора VT2 с управляющим p-n переходом; $S_{ДК}$ – крутизна преобразования напряжения на входе V_x ⁽⁺¹⁾ в приращение тока стока входного полевого транзистора VT2.

Для K_{y2} можно найти

$$K_{y2} \approx 2 \frac{R_{экв.БУ}}{r_3} \approx \frac{2R_{экв.БУ}}{\varphi_T} I_0^*, \quad (4)$$

где $r_3=r_{35}=r_{310}$ – дифференциальное сопротивление эмиттерных переходов биполярных транзисторов VT5, VT10; $R_{экв.БУ}$ – эквивалентное сопротивление во входной цепи буферного усилителя БУ; $\varphi_T=26$ мВ – температурный потенциал; I_0^* – статически ток коллектора биполярных транзисторов VT5, VT10.

Эквивалентное сопротивление $R_{\text{экрв.с2}}$ определяется уравнением:

$$R_{\text{экрв.с2}}^{-1} = y_{\text{вых.2}} + y_{\text{вх.5}} + y_{\text{вх.6}} + y_{\text{вх.7}} + y_1, \quad (5)$$

где $y_{\text{вых.2}}$ – выходная проводимость полевого транзистора VT2 с управляющим p-n переходом по цепи стока; $y_{\text{вх.5}}$, $y_{\text{вх.6}}$, $y_{\text{вх.7}}$ – входные проводимости по цепи базы биполярных транзисторов VT5, VT6, VT7; y_1 – выходная проводимость токостабилизирующего двухполосника I1.

Приближенно можно считать, что

$$R_{\text{экрв.с2}} \approx \frac{\beta}{3} \frac{\varphi_T}{I_0^*}, \quad (6)$$

где $\beta = \beta_5 \approx \beta_6 \approx \beta_7$ – коэффициент усиления по току базы транзисторов VT5, VT6, VT7; $\varphi_T = 26$ мВ – температурный потенциал; I_0^* – статический ток эмиттера транзисторов VT5 – VT10.

Таким образом, общий коэффициент усиления МОУ

$$K_y \approx \frac{2}{3} \beta S_{\text{ДК}} R_{\text{экрв.БУ}}. \quad (7)$$

Анализ полученных выше уравнений показывает, что в МОУ рис. 1 коэффициент усиления по напряжению достигает значений 60÷80 дБ.

На рис. 2 приведена модификация ранее рассмотренного МОУ (рис. 1), в котором приняты дополнительные меры по повышению коэффициента усиления входного ДК. Данный эффект обеспечивается введением транзисторов VT1, VT2, которые повышают эквивалентное сопротивление в цепях стока транзисторов VT2, VT4.

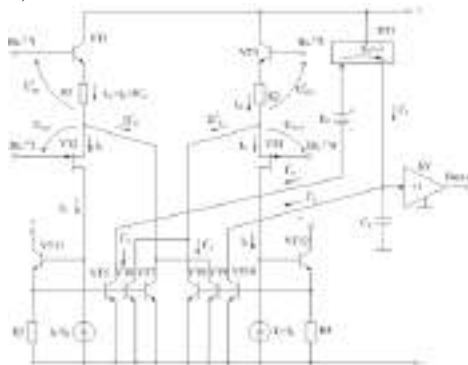


Рис. 2. Электрическая схема МОУ с повышенным коэффициентом усиления K_y

Для уменьшения влияния напряжения Эрли биполярных транзисторов VT5, VT10 на напряжение смещения нуля $U_{\text{см}}$ МОУ в схемах рис. 1 вводится специальная цепь смещения статического уровня E_0 , выполненная, например, на основе стабилитрона, резисторов или каких-либо источников опорного напряжения.

В схеме рис. 2 K_u принимает значение порядка 100 дБ, что достаточно для его многих применений. Данные выводы подтверждаются результатами компьютерного моделирования рис. 3б и рис. 4б.

На рис. 3а приведена схема ОУ рис. 1б в среде компьютерного моделирования PSpice на радиационно-зависимых моделях интегральных транзисторов АБМК_1_4 НПО «Интеграл» (г.Минск). На рис. 3б показаны амплитудно-частотные характеристики коэффициента усиления по напряжению операционного усилителя рис. 3а без отрицательной обратной связи (верхний график) и с отрицательной обратной связью (нижний график).

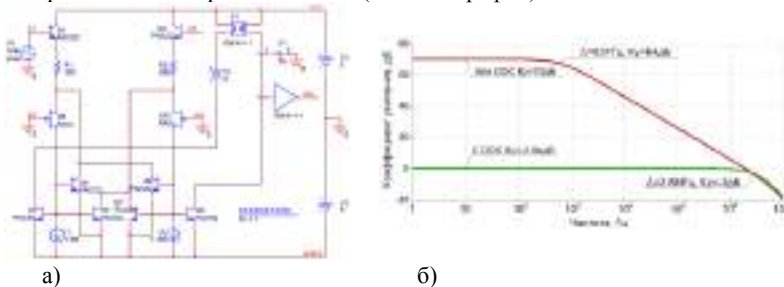


Рис. 3. Схема МОУ рис. 1б в среде компьютерного моделирования PSpice (а) и амплитудно-частотные характеристики коэффициента усиления по напряжению (б)

На рис. 4а приведена схема МОУ рис. 2 в среде PSpice на радиационно-зависимых моделях интегральных транзисторов АБМК_1_4 НПО «Интеграл» (г.Минск) для случая его неинвертирующего включения в схеме со 100% отрицательной обратной связью, которая вводится на базу транзистора Q2. При этом для уменьшения выходного сопротивления в схеме предусмотрен буферный усилитель (Gain=1).

На рис.4б показаны амплитудно-частотные характеристики операционного усилителя рис. 4а без отрицательной обратной связи и с отрицательной обратной связью (ООС).

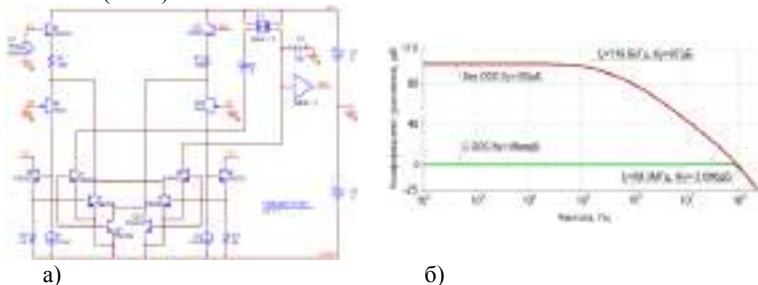


Рис. 4. Схема МОУ рис. 2 в среде PSpice для случая его неинвертирующего включения (а) и амплитудно-частотные характеристики

Зависимость систематической составляющей напряжения смещения нуля МОУ рис. 4а при воздействии потока нейтронов (Рис. 5а) и температуры (Рис. 5б), а также отсутствии разброса параметров элементов, включении идеального токового зеркала ПТ1 и буферного усилителя БУ.

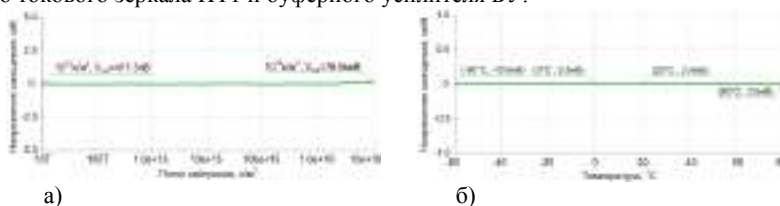


Рис. 5. Зависимости систематической составляющей напряжения смещения нуля МОУ рис. 4а при воздействии потока нейтронов (а) и температуры (б)

МОУ с двухкаскадной архитектурой имеет достаточно высокое усиление по напряжению – около 100 дБ и близкое к нулю напряжение смещения нуля ($U_{см}$) (при отсутствии разброса параметров элементов и идеальном токовом зеркале ПТ1 и буферном усилителе БУ).

Представленный выше расчет параметров и компьютерное моделирование позволяют сделать вывод о том, что рассмотренный мультидифференциальный операционный усилитель имеет существенные преимущества в сравнении с классическим по коэффициенту усиления в разомкнутом включении и может найти широкое применение в прецизионных системах преобразования радиотехнических сигналов.

Статья подготовлена по проекту № 8.374.2014/К Госзадания Минобрнауки РФ на 2014-2016 гг.

Библиографический список

1. Прокопенко Н.Н., Серебряков А.И., Бутырлагин Н.В. Дифференциальные и мультидифференциальные усилители в элементном базисе радиационно-стойкого техпроцесса АБМК_1.5 [Текст] / Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск «Проблемы управления в топливно-энергетических комплексах и энергосберегающие технологии». 2014. – №5 (154). – С. 58 – 66.
2. Прокопенко Н.Н., Дворников О.В., Будяков П.С. Основные свойства, параметры и базовые схемы включения мультидифференциальных операционных усилителей с высокоимпедансным узлом / Электронная техника. Серия 2. Полупроводниковые приборы. Выпуск 2 (233), Москва, ОАО «Пульсар», 2014 г. С. 53-64
3. Прокопенко Н.Н., Бугакова А.В., Пахомов И.В., Серебряков А.И. Би-полярно-полевой мультидифференциальный операционный усилитель: заявка на патент РФ [Текст] / заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Донской государственный технический университет»; № 2015155157/08; заявл. 22.12.15 (з.692)

4. *Прокопенко Н.Н., Дворников О.В., Бутырлагин Н.В.* Мультидифференциальный операционный усилитель: патент РФ [Текст] / заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Южно-Российский государственный университет экономики и сервиса»; № 2523124; опубл. 20.07.14; Бюл. – № 20с. ил.

© *Серебряков А.И., Пахомов И.В., Бугакова А.В., Игнашин А.А., 2016*

УДК 004.94

А.И.Сидорычев*

Сидорычев Андрей Иванович аспирант

*Ульяновский государственный технический университет(УлГТУ), г.Ульяновск.
hitand@yandex.ru*

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА МОДИФИКАЦИИ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ ДЛЯ ВЫРАБОТКИ КОНКУРЕНТНЫХ ПРЕИМУЩЕСТВ

Ключевые слова: автоматизация, параметризация, модификация, целостность, модель.

В статье рассмотрена возможность разработки новых методологий проектирования технических объектов в рамках концепции системного анализа. Ключевым принципом разрабатываемых методов является быстрая модификация проектного решения на различных этапах процесса проектирования, включающая возможность хранения в базе данных проекта всей последовательности процесса проектирования. Подобная концепция позволит сократить время, а следовательно и стоимость производственного процесса.

На сегодняшний день существует множество подходов к модернизации процесса производства. К ним можно отнести такие методологии как **параметризация, Rapid Application Development, Rational Generative Design быстрое прототипирование, технология паттернов** и многие другие. Каждая из этих методологий, создана с целью оптимизировать процесс производства таким образом, чтобы снизить конечную стоимость и время производства, и соответственно обеспечить конкурентное преимущество на рынке.

В качестве альтернативы предлагается разработать методологии проектирования, в основе которых лежит принцип быстрой модификации разрабатываемого продукта на различных стадиях процесса проектирования.

В основе разрабатываемых технологий лежат методы системного анализа. Одной из ключевых особенностей системного анализа является представление любого объекта как целостной системы. Целостность (от англ. integrity – нетронутость, неприкосновенность, сохранность, целостность) – здесь понимается как правильность данных в любой момент времени. Иными словами, предположим, что нам в процессе разработки нашего продукта, требуется внести изменения в один из предшествующих этапов процесса проектирования. Вернувшись на необходимую стадию и проведя необходимую модификацию мы неизбежно разрушим последующую цепочку построения проекта, а значит нам придется выстраивать все решения заново с момента внесения изменения. [1].

Таким образом основной целью является достижение возможности быстрой модификации проекта, не нарушающей целостности взаимосвязей внутри него.

Подобная концепция позволяет решить две основные задачи:

1. Снижение стоимости конечного продукта

2. Сокращение времени процесса проектирования

Решение данных задач ведет к созданию средств для выработки конкурентных преимуществ на рынке. Исследуемый подход отвечает современным тенденциям в производстве (см. **Быстрое прототипирование** или **создание паттернов**), где во главу угла ставится именно скорость разработки и быстрота модификации производимого изделия.

Чтобы решить эти задачи необходимо разработать новый способ представления данных проекта. В качестве основы целесообразно изучить возможность сохранять в базе данных программного средства, не только результат проектирования, но и саму последовательность стадий проектирования продукта.

Данная последовательность образует систему проектных процедур и операций, которые и формируют конечное проектное решение. Такую последовательность можно представить в виде дерева построения проектного решения. Однако общеизвестно, что так называемое дерево построения проекта уже повсеместно используется в различных САПР системах. Главное отличие рассматриваемого дерева (или графа) построения состоит в том, что рассматриваемый способ представления позволяет вносить быстрые изменения в структуру проекта на различных этапах процесса проектирования не нарушая его целостность. [3].

На рисунке (Рис. 1(a)) представлен линейный вариант построения, здесь все стадии выполняются последовательно, в варианте, представленном справа (Рис.1 (b)) на различных стадиях процесса проектирования граф имеет разветвления, которые показывают выбор альтернативных путей продолжения процесса построения усилителя.

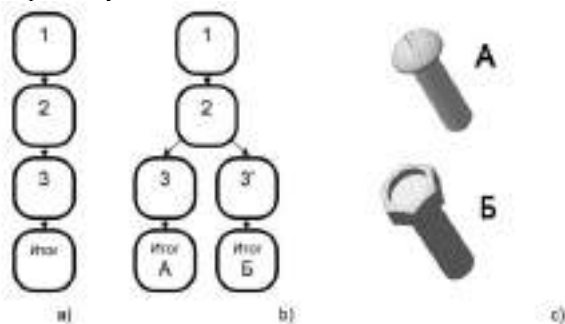


Рис 1. Графы построения модели

На (рис. 1 (c)) представлен простой пример функционирования графа – модели которые мы получили имеют общее основание – стержень, но различные головки, именно поэтому первая и вторая стадии построения для данной модели идентичны, а далее происходит разветвление.

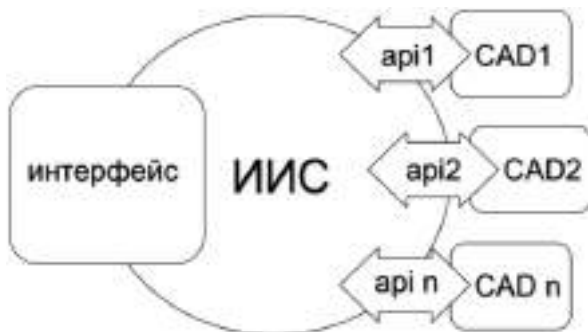


Рис. 2 Интегрированная инструментальная среда

Для программной реализации разрабатываемых средств имеет смысл использовать так называемую интегрированную инструментальную среду (ИИС).

Основой данной системы является ядро, к которому через специальный API интерфейс подключаются программные компоненты (в данном случае сторонние САПР). [4]Такая система позволяет объединить в одном интерфейсе функциональные возможности различных САД систем и обеспечить пользователя широким инструментарием для проектирования. К примеру, мы можем подключить процессор MathCAD для осуществления математических расчетов параметров проекта, или графическое ядро для визуализации внешнего вида продукта. [5,6].

Ключевым инструментом сохранения целостности является выбор хранилища данных проекта. В этом качестве предполагается использовать реляционную СУБД. Дело в том, что обеспечение сохранения целостности данных является основной особенностью реляционных систем. А так как все СУБД основаны на языке SQL, который легко интегрируется в большинство языков программирования, то подключить базу данных к проекту не составит труда.

Данные проекта в этом случае следует представить в виде формализованной модели - это модель описания таблиц, содержащая их атрибуты, позволяющая выстроить взаимосвязанную табличную систему, которая и будет обеспечивать целостность проектируемого продукта. Использование СУБД как способа хранения данных также обеспечивает беспрепятственную интеграцию предполагаемого программного средства с другими системами. [2].

Исследуемые методы являются развитием CALS технологий, заключающихся в использовании компьютерной техники и информационных технологий на всех стадиях [жизненного цикла изделия](#) и подразумевают модернизацию механизмов управления процессом проектирования с целью достижения конкурентного преимущества. [7]. Использование этих методологий позволяет осуществлять проектирование систем и объектов различных отраслей промышленности.

Библиографический список

1. *Горбачев И.В., Похилько А.Ф.* Технология представления модели в функционально адаптированной САПР. //Автоматизация процессов управления. 2008. № 3. 39-42 с.
2. *Назарова О.Б.* Разработка реляционных баз, данных с использованием CASE-средства All Fusion Data Modeler, - СПб.:Питер 2013. - 12-20 с.
3. *Овсянников М.В., Шильников П.С.* Как нам реализовать ISO 10303 STEP // САПР и графика. - 1998. - №7. - 73-80 с.
4. *Похилько А.Ф.* Технология представления проектной деятельности в интегрированной среде САПР // Вестник УлГТУ. Сер. Информационные технологии. - Ульяновск. - 2000. 56 с.
5. *Похилько А.Ф., Масляницын А.А., Скворцов А.В., Удовиченко А.В.* Формальное представление процесса проектной деятельности в инструментальной инфокоммуникационной среде САПР. Инфокоммуникационные технологии. 2008. Т. 6. № 1. С. 80-83. Библиогр.:. 80–82 с.
6. *Скворцов А.В.* Автоматизация управления жизненным циклом продукции. Учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования. - М.: Academia 2014. - 145, 251- 253 с.
7. *Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф.* Автоматизация формирования сборочных 3D моделей волноводных СВЧ устройств. Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2014): сб. статей IV международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2014. – 272 с. Библиогр.: 257–259 с.

©Сидорычев А.И., 2016

УДК 004.056.53

А.А. Сиротский*

**Сиротский Алексей Александрович, к.т.н., доцент*

*Российский государственный социальный университет (РГСУ), г. Москва.
hotwater2009@yandex.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ УГРОЗ И ОРГАНИЗАЦИЯ МЕНЕДЖМЕНТА ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ФИНАНСОВО- КРЕДИТНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ

Ключевые слова: информационная безопасность, угрозы, уязвимости, риски, управление, менеджмент, финансово-кредитные учреждения.

Рассмотрены вопросы, связанные с анализом состояния и поддержке систем управления информационной безопасности в финансово-кредитных организациях на основе выявления и обобщения наиболее существенных угроз и уязвимостей информационной безопасности в данной отрасли.

Финансово-кредитный сектор экономики является одним из наиболее динамично развивающихся. В этой отрасли существует большое количество задач, связанных с обеспечением информационной безопасности (ИБ) [1]. Инфраструктура финансовых организаций часто меняется. Это связано с постоянным развитием: рост клиентской базы, расширение территориальной сети, внедрение новых услуг, поглощение конкурентов, объединение в холдинг.

Наиболее актуальным вопросом для финансово-кредитных организаций является выполнение требований ФЗ «О персональных данных» [2]. Рассмотрим системный алгоритм процесса управления ИБ, построенный на основе действующих международных стандартов (рис. 1).

Финансово-кредитная инфраструктура нуждается в защите от финансового мошенничества, кражи конфиденциальной информации, нарушений коммуникаций с клиентами и прочих неприятностей, от которых не застраховано ни одно финансово-кредитное учреждение [2, 3, 4]. Система менеджмента ИБ (СМИБ) помогает избежать многих проблем, так как в основе её создания и модернизации лежат изложенные в различных стандартах единые принципы и их нарушение приведёт к разрозненному набору технических средств и документов, не отличающихся эффективностью [6].

Основные этапы построения СМИБ финансово-кредитной структуры приведены на рис. 2.

При построении, внедрении и поддержании СМИБ следует определить основные виды атак на финансово-кредитные структуры [14]. Такие можно подразделить на 2 основные укрупнённые группы:

1. Атаки на системы «front-end». Это - атаки, направленные на манипулирование с транзакциями. Например, атаки на терминалы, банкоматы и т.п. Данные атаки не получили широкого распространения, т.к. обеспечение ИБ транзакционных систем [5] основано на использовании стойких криптографических алгоритмов, как для шифрования, так и для электронной подписи [15].

Единственное, чему стоит уделить внимание – это надежной системе распределения ключей и физической безопасности терминалов.



Рис. 1. Системный алгоритм процесса управления ИБ

2. Атаки на системы «back-office». Наиболее популярный вид атак, и совершаются они как «внешними» злоумышленниками, так и инсайдерами. Атаки направлены на манипуляции с БД, которые осуществляются как через приложения, так и напрямую. Для противодействия можно использовать широкий спектр контрмер. Это мониторинг и аудит, управление доступом, физическая безопасность, организационные меры, разделение среды разработчиков и операционной среды и др.

Федеральной службой по техническому и экспортному контролю (ФСТЭК) и Государственным научно-исследовательским испытательным институтом проблем технической защиты информации (ФАУ «ГНИИИ ПТЗИ

ФСТЭК России») разработан обобщённый перечень из 182 угроз безопасности информации в информационных (автоматизированных) системах (<http://bdu.fstec.ru/>), выражающий потенциально опасные угрозы информационных систем. Полагается, что этот перечень будет дополняться.



Рис. 2. Этапы проектирования СМИБ финансово-кредитной структуры

Рассмотрим, какие из угроз упомянутого перечня являются наиболее существенными в рассматриваемой сфере. По мнению автора, к ним нужно отнести следующие угрозы (нумерация угроз сохранена согласно ресурсу <http://bdu.fstec.ru/>). Применительно к данным угрозам определим по трёх-балльной шкале такие показатели, как «Тяжесть последствий для пользователя» - показатель «П1» и «Вероятность осуществления угрозы» - показатель «П2» (значение 1 соответствует минимуму, 3 – максимуму). Данные приведены в табл. 1.

Показатель «П1» – «тяжесть последствий для пользователя» оценивается по одному критерию: материальные потери пользователя вследствие возможного хищения средств злоумышленником. Показатель «П2» – «Вероятность осуществления угрозы» оценивается исходя из преимущественного выбора возможных действий потенциальным злоумышленником и трудоёмкости их реализации.

Как видно, из 182 угроз, наиболее существенными, и которые следует рассматривать в приоритетном порядке, можно назвать 37, что составляет примерно 20% и соответствует известному принципу Парето.

Таблица 1

Наиболее существенные угрозы безопасности информации в информационных системах финансово-кредитных организаций и их характеристики

№ п/п	Угроза	П 1	П 2
1	УБИ.008: Угроза восстановления аутентификационной информации	3	1
2	УБИ.011: Угроза деавторизации санкционированного клиента беспроводной сети	1	2
3	УБИ.015: Угроза доступа к защищаемым файлам с использованием обходного пути	2	2
4	УБИ.016: Угроза доступа к локальным файлам сервера при помощи URL	2	2
5	УБИ.017: Угроза доступа/перехвата/изменения HTTP cookies	2	3
6	УБИ.030: Угроза использования информации идентификации/аутентификации, заданной по умолчанию	3	3
7	УБИ.033: Угроза использования слабостей кодирования входных данных	1	2
8	УБИ.034: Угроза использования слабостей протоколов сетевого/локального обмена данными	3	1
9	УБИ.041: Угроза межсайтового скриптинга	3	2
10	УБИ.042: Угроза межсайтовой подделки запроса	2	2
11	УБИ.046: Угроза нарушения процедуры аутентификации субъектов виртуального информационного взаимодействия	2	1
12	УБИ.061: Угроза некорректного задания структуры данных транзакции	1	1
13	УБИ.067: Угроза неправомерного ознакомления с защищаемой информацией	1	1
14	УБИ.069: Угроза неправомерных действий в каналах связи	3	2
15	УБИ.073: Угроза несанкционированного доступа к активному и (или) пассивному виртуальному и (или) физическому сетевому оборудованию из физической и (или) виртуальной сети	2	1
16	УБИ.074: Угроза несанкционированного доступа к аутентификационной информации	3	2
17	УБИ.083: Угроза несанкционированного доступа к системе по беспроводным каналам	2	2
18	УБИ.086: Угроза несанкционированного изменения аутентификационной информации	3	1
19	УБИ.091: Угроза несанкционированного удаления защи-	3	2

	щаемой информации		
20	УБИ.097: Угроза несогласованности правил доступа к большим данным	1	1
21	УБИ.098: Угроза обнаружения открытых портов и идентификации привязанных к нему сетевых служб	1	3
22	УБИ.099: Угроза обнаружения хостов	1	2
23	УБИ.100: Угроза обхода некорректно настроенных механизмов аутентификации	3	1
24	УБИ.116: Угроза перехвата данных, передаваемых по вычислительной сети	2	2
25	УБИ.126: Угроза подмены беспроводного клиента или точки доступа	2	3
26	УБИ.127: Угроза подмены действия пользователя путём обмана	3	2
27	УБИ.128: Угроза подмены доверенного пользователя	2	1
28	УБИ.130: Угроза подмены содержимого сетевых ресурсов	1	2
29	УБИ.131: Угроза подмены субъекта сетевого доступа	1	1
30	УБИ.140: Угроза приведения системы в состояние «отказ в обслуживании»	1	2
31	УБИ.152: Угроза удаления аутентификационной информации	2	1
32	УБИ.159: Угроза «форсированного веб-браузинга»	1	2
33	УБИ.168: Угроза «кражи» учётной записи доступа к сетевым сервисам	3	2
34	УБИ.174: Угроза «фарминга»	2	3
35	УБИ.175: Угроза «фишинга»	3	3
36	УБИ.177: Угроза неподтверждённого ввода данных оператором в систему, связанную с безопасностью	2	2
37	УБИ.181: Угроза перехвата одноразовых паролей в режиме реального времени	3	2

Исходя из представления о том, что самым тяжёлым последствием нарушения информационной безопасности для клиента банка является утрата хранимых денежных средств, следует преимущественно рассматривать внешнего стороннего злоумышленника и политика безопасности банка должна быть направлена на реализацию защитных мер от такового злоумышленника, имеющего уровень подготовки не ниже среднего.

Полагая, что сотрудники банка всё же не заинтересованы в собственной дискредитации, внутренних преднамеренных нарушителей в данной работе не рассматриваем. Тем не менее, внутренние непреднамеренные нарушения информационной безопасности могут иметь место и на практике встречаются. Внутренние непреднамеренные нарушения сотрудниками банка относятся к реализации угроз УБИ.097 и УБИ.177. Можно привести примеры, когда сотрудники банка некорректно вводят в информационную систему адрес элек-

тронной почты клиента, что обнаруживается далеко не всегда и далеко не сразу. При этом рассылка информации о состоянии счёта осуществляется банком по неверному адресу электронной почты, что представляет собой нарушение конфиденциальности информации [12].

Рассматривая потенциальный риск как величину $R = \Pi 1 * \Pi 2$, можно проанализировать рассматриваемые угрозы по степени критичности. Самые критичные угрозы приведены в табл. 2.

Отдельного внимания заслуживает рассмотрение направленность угроз исходя из представления системы «клиент – канал связи – банк»: часть угроз преимущественно направлены на саму финансово-кредитную организацию, часть – на клиента, часть – на клиента посредством влияния на каналы связи [13, 14, 15].

Построение моделей реализации угроз и моделей злоумышленников даст основу для разработки и реализации общей межбанковской стратегии информационной безопасности [9, 10], которая должна быть разработана и реализована финансово-кредитными учреждениями как часть политики верхнего уровня в менеджменте информационной безопасности.

Таблица 2

Наиболее критичные угрозы безопасности

№ п/п	Угроза
Первая группа критичности	
1	УБИ.030: Угроза использования информации идентификации/аутентификации, заданной по умолчанию
2	УБИ.175: Угроза «фишинга»
Вторая группа критичности	
3	УБИ.083: Угроза несанкционированного доступа к системе по беспроводным каналам
4	УБИ.041: Угроза межсайтового скриптинга
5	УБИ.069: Угроза неправомерных действий в каналах связи
6	УБИ.091: Угроза несанкционированного удаления защищаемой информации
7	УБИ.126: Угроза подмены беспроводного клиента или точки доступа
8	УБИ.127: Угроза подмены действия пользователя путём обмана
9	УБИ.168: Угроза «кражи» учётной записи доступа к сетевым сервисам
10	УБИ.174: Угроза «фарминга»
11	УБИ.181: Угроза перехвата одноразовых паролей в режиме реального времени

Реализация угроз может привести к нежелательным последствиям:

– утечка информации – в чужие руки может попасть коммерческая информация банка, сведения о зарегистрированных платежных картах, открытых счетах, клиентская база данных и т.п. [15];

– нарушение коммуникации с клиентами – блокирование работы систем, терминалов [15, 16];

– остановка и нарушение работы бизнес-приложений – перестают работать офисные приложения, подсистемы ОС, СУБД, интерфейсы; подменяются данные в системах (расчеты рисков, бухгалтерия и т.п.);

– финансовое мошенничество – несанкционированные проводки, подделка остатков на счетах. Подмена информации в документах, осуществление внешних несанкционированных платежей.

Представленная обобщённая модель угроз и уязвимостей может быть взята за основу при первичном анализе состояния информационной защищенности финансово-кредитных организаций и выработке комплекса мер по построению эффективной СМИБ [7, 8, 9, 10]. При этом СМИБ следует рассматривать как часть общей системы менеджмента организации [11, 12, 13].

Библиографический список

1. *Сиротский А.А.* Информационная безопасность систем дистанционного банковского обслуживания. / Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации. Сборник научных трудов XI-ой Международной научно-практической конференции (19 – 21 марта 2014 года). Т. 4. Юго-Зап. гос. ун-т., Курск, 2014. – с. 101 – 105.

2. *Сиротский А.А.* О возможных утечках конфиденциальной информации в системах дистанционного банковского обслуживания. / Качество в производственных и социально-экономических системах: сборник научных трудов 2-ой Международной научно-практической конференции (22 – 23 апреля 2014 года). Т. 2, Юго-Зап. гос. ун-т., Курск, 2014. – с. 336 – 339.

3. *Сиротский А.А.* Совершенствование методов обеспечения безопасности при авторизации в системах дистанционного банковского обслуживания / Технологии техносферной безопасности, 2013. – Выпуск 6(52).

4. *Сиротский А.А.* Информационная безопасность личности и защита персональных данных в современной коммуникативной среде. / Технологии техносферной безопасности, 2013. – Выпуск 4(50).

5. *Сиротский А.А.* Защита информации и обеспечение безопасности в беспроводных телекоммуникационных сетях. / Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации: сб. ст. II международной заочной научно-технической конференции. Ч. 3 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2012. – с. 256 – 263.

6. *Сиротский А.А.* Об упорядочивании информационного пространства в сети интернет и совершенствовании методов поиска. // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. – ПВГУС, 2013, №3. – с. 286 – 292.

7. *Баранова Е.К., Сиротский А.А.* Особенности подготовки бакалавров по направлению «информационная безопасность» в широкопрофильном соци-

альном университете. / Информационное противодействие угрозам терроризма, 2015. – №25(25), Т. 2. – с. 31 – 37.

8. *Сиротский А.А., Артёмов А.Л.* Методы идентификации анонимных пользователей сети Интернет. / Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии. Сборник избранных статей научного семинара №1(6) кафедры информационной безопасности и программной инженерии 24 января 2014 г. / Российский Государственный Социальный Университет. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2014. – с. 70 – 73.

9. *Сиротский А.А., Аникин Ю.А.* Применение интеллектуальных методов при аутентификации пользователей. / Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии. Сборник избранных статей научного семинара №1(6) кафедры информационной безопасности и программной инженерии 24 января 2014 г. / Российский Государственный Социальный Университет. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2014. – с. 39 – 49.

10. *Сиротский А.А.* Пути повышения защищённости от несанкционированного доступа в системах дистанционного банковского обслуживания. / Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии. Сборник избранных статей научного семинара №1(6) кафедры информационной безопасности и программной инженерии 24 января 2014 г. / Российский Государственный Социальный Университет. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2014. – с. 6 – 13.

11. *Сиротский А.А.* Возможности образования непреднамеренного канала разглашения конфиденциальной информации в системах дистанционного банковского обслуживания. / Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии. Сборник избранных статей научного семинара №1(6) кафедры информационной безопасности и программной инженерии 24 января 2014 г. / Российский Государственный Социальный Университет. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2014. – с. 3 – 5.

12. *Сиротский А.А.* О некоторых распространенных недостатках в системах дистанционного банковского обслуживания, допускающих возможность непреднамеренного разглашения конфиденциальной информации. / Сплоченность общества и социальная справедливость: мировые тренды и российская реальность: сб. материалов XIII Международного социального конгресса (25–26 ноября 2013 г.). – М.: Издательство РГСУ, 2014. – с. 339 – 341.

13. *Сиротский А.А.* Повышение защищённости систем дистанционного банковского обслуживания. / Алгоритмические и программные средства в информационных технологиях, радиоэлектронике и телекоммуникациях: сб. статей II международной заочной научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2014. – с. 185 – 189.

14. *Сиротский А.А.* О создании систем обеспечения информационной безопасности в финансово-кредитных учреждениях / Ежегодная международная научно-техническая конференция Системы безопасности, 2015. – №24. – с. 112 – 117.

15. *Сиротский А.А.* Безопасность и защита информации в беспроводных сетях связи и передачи данных. / Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии. Сборник избранных статей научно-

методологического семинара №1(4) кафедры информационной безопасности и программной инженерии 28 – 30 июня 2012 года. / Москва, Российский Государственный Социальный Университет, 2012 г. – М.: Издательство «Спутник +», 2012. – с. 13 – 17.

16. *Сиротский А.А., Мироничев А.Г.* Windows XP как потенциальная уязвимость в российском бизнесе. / Современные проблемы информационной безопасности и программной инженерии. Сборник избранных статей научного семинара №1(6) кафедры информационной безопасности и программной инженерии 24 января 2014 г. / Российский Государственный Социальный Университет. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2014. – с. 84 – 87.

© *Сиротский А.А., 2016*

УДК 621.791

С.Н. Скобелева*

**Скобелева Светлана Николаевна, к.т.н., доцент*

*Поволжский государственный университет сервиса (ПВГУС), г. Тольятти
Skobeleva-sn@yandex.ru*

А.И. Козырин*

**Козырин Андрей Игоревич, ИП, г. Тольятти*

trup-real@yandex.ru

В.Н. Шевченко*

Шевченко Виктория Николаевна, студентка группы СПКС15

*Поволжский государственный университет сервиса (ПВГУС), г. Тольятти
Viktoriy@tolgas.ru*

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СИГНАЛА В АКУСТИЧЕСКИЙ ДЛЯ СВАРКИ ТЕРМОПЛАСТОВ

Ключевые слова: ультразвуковая сварка, термопласт, магнитострикционный преобразователь, ферритмагнетик, сердечник, концентратор.

Рассмотрены вопросы, связанные с созданием устройства для преобразования электрического сигнала в акустический для сварки термопластов.

В последние годы особое внимание уделяется ускоренному развитию производства современных конструкционных пластических масс и других полимерных материалов.

Такое бурное развитие производства пластмасс обусловлено как экономическими факторами, так и рядом ценных, а порой и уникальных свойств этих материалов. Для производства и переработки пластмасс требуется меньше затрат энергии, чем для производства и переработки металлов; удельная стоимость их также ниже [1]. Пластмассы хорошо формуются, окрашиваются практически в любой цвет, имеют небольшую плотность, высокую химическую стойкость, эластичность, низкую теплопроводность, хорошие диэлектрические и антифрикционные свойства.

Технологический процесс изготовления даже самых простых изделий из пластмасс, как правило, включает в себя операции соединения отдельных деталей или узлов изделий друг с другом. Для этого применяются сварные, резьбовые, заклепочные, клеевые и другие виды соединений. Наиболее перспективным из названных способов является сварка, так как при ее использовании можно механизировать и автоматизировать процесс соединения деталей, повысить качество соединений и культуру производства, снизить трудоемкость операций.

Для анализа процессов сварки пластмасс необходимо привлекать хорошо разработанные термодинамические представления о сварке металлов. Согласно этим представлениям [2], в сварочной зоне протекают два основных процесса: 1) подвод и преобразование энергии и 2) движение (или превра-

щение) вещества. Интенсивность процесса преобразования энергии и его характер определяют вид сварки. Как следует из термодинамических представлений о сварке, способы сварки пластмасс следует классифицировать в первую очередь по виду энергии, подводимой к свариваемым деталям, а затем уже по наличию или отсутствию статического давления, прикладываемого к ним. Такой подход был впервые предложен А. В. Мордвинцевой и Н. А. Олшанским и развит в последующих работах [3-5]. Все известные в настоящее время процессы сварки термопластов осуществляются путем введения трех видов энергии: тепловой, механической и электромагнитной. Каждый из способов соединения пластмасс имеет свои преимущества и недостатки, и в зависимости от физико-механических свойств материала, вида и назначения изделия, серийности выпуска и т. д. предпочтение может быть отдано тому или иному из перечисленных способов сварки. Одним из перспективных способов соединения пластмасс является ультразвуковая сварка. Интерес к ней не случаен. В литературе неоднократно отмечались преимущества ультразвуковой сварки, благодаря которым в ряде случаев этот способ соединения пластмасс становится незаменимым [3-5, 6-8].

Основными отличительными чертами ультразвуковой сварки пластмасс являются: возможность сварки по поверхностям, загрязненным различными продуктами; локальное выделение тепла в зоне сварки, что исключает перегрев пластмассы, имеющий место при сварке нагретыми газами, нагретым инструментом и т. д.; возможность сварки некоторых пластмасс на большом удалении от места подвода энергии; возможность выполнения соединения в труднодоступных местах; возможность сварки пластмасс с узким интервалом кристаллизации; возможность соединения разнородных полимеров; отсутствие радиопомех и электрического напряжения на сварочном инструменте и т. д.

Ультразвуковая сварка может заменить механические методы соединения и склеивания целой группы полимеров, например полистирола, лавсана, капрона, поливинилхлорида и др. Она широко применяется при изготовлении изделий пищевой и легкой промышленности, парфюмерии, радиоэлектроники и электротехники, товаров широкого потребления из пластмасс. О масштабах применения ультразвуковой сварки говорит тот факт, что, например, фирма «Branson» (США) предлагает 82 типа различных машин для осуществления этого процесса; производительность отдельных машин достигает 10 тыс. изделий в час; максимальные габариты изделий, получаемых сваркой на многоточечных машинах (до 14 акустических устройств в одном агрегате), составляют более 700 мм [7].

Весьма ценным является то, что оборудование, предназначенное для ультразвуковой сварки полимеров, может использоваться для заделки (запрессовки) металлической арматуры в полимеры. Можно запрессовывать втулки ступиц, манжеты, выводные зажимы, шарниры, крепежные детали, рукоятки, установочные штифты, клеммы, декоративные детали и др. Возможно также использование ультразвука для локального соединения клепкой различных полимеров с металлами. Для резки пластмасс используется тот же комплект

оборудования, что и для сварки, только наконечник волновода при этом выполняется в виде ножа.

Выполненные у нас в стране работы показали, что ультразвуковые колебания могут применяться при сварке и резке металлов, биологических тканей [9].

Немаловажной является и экономическая эффективность процесса ультразвуковой сварки. По расчетам экономический эффект от внедрения одной серийной установки для ультразвуковой сварки составляет 10 - 15 тыс. руб. в год, а специализированных машин от 50 до 100 тыс. руб.

Ультразвуковая сварочная установка должна состоять из следующих узлов: сварочного узла, включающего в себя преобразователь электрических колебаний в механические, трансформатор упругих колебаний, инструмент-волновод и опору, механизма давления, обеспечивавшего сжатие свариваемого материала между волноводом и опорой, а также различных вспомогательных устройств, обеспечивающих транспортирование деталей и готовых изделий, контроль и управление параметрами сварочного процесса и т.п.

Для ультразвуковой сварки полимерных материалов в основном применяются продольные колебания. Это связано с тем, что использование других видов колебаний, например, поперечных, сопровождается трением рабочего торца инструмента с поверхностью одной из свариваемых деталей, за счет чего происходит разогрев и плавление наружной поверхности изделия, что ухудшает его внешний вид и в большинстве случаев препятствует образованию соединения. Продольные колебания можно реализовать двумя типами преобразователей электрических колебаний в механические: магнитострикционными и пьезокерамическими.

В таблице 1 приведено сравнение преобразователей по характеристикам.

Таблица 1.

Сравнение преобразователей по характеристикам

Характеристика	Магнитно-стрикционный преобразователь	Пьезокерамический преобразователь
Цена	84300*	72600*
Эффективность отдачи	40-50%	70-80%
Ток подмагничивания	5А	-
Охлаждение	Пакет сохраняет свою работоспособность в случае перегрева при целостности обмотки. Также, возможно охлаждение СОЖ (смазочная охлаждающая жидкость)	Необходимо регулярная подача воздуха под определенным давлением и с определенной частотой

Температурные режимы	Выдерживает высокие перепады температур	Узкий температурный режим, в случае его нарушения возможны повреждения целостности керамики
Выходная мощность при заданных габаритах	Высокая	Низкая
Надежность	Очень высокая. Способен выдержать механические повреждения, неаккуратное обращение, агрессивное воздействие окружающей среды	Низкая. Требует аккуратного обращения, комфортной среды
Применение	Из-за высокой надежности применяется в производстве и обработке материалов на предприятиях	Из-за низкой себестоимости применяется на небольших фирмах
* данные по ценам взяты с сайта: “ВНИИТВЧ” (Всероссийского научно-исследовательского института токов высокой частоты им. В.П. Володина)		

Как следует из данных таблицы 1, магнитно-стрикционные преобразователи обладают по многим характеристикам более высокими параметрами, чем пьезокерамические. Кроме этого необходимо отметить, что пьезомодуль, устанавливающий связь между вектором поляризации и механическими напряжениями, является тензором третьего ранга, имеющим 18 независимых компонентов, что крайне затрудняет его точный расчет. В связи с этим произведем расчет магнитострикционного преобразователя.

Условные обозначения, исходные данные для расчета, результаты расчета сведены в таблицу 2.

Таблица 2.

Исходные данные для расчета магнитострикционного преобразователя

	Обозначение	Наименование	Численная величина	Единица измерения
	K49Ф 2	Материал вибратора	--	--
	ρ_1	Плотность материала вибратора	8100	кг/м ³
	C_1	Скорость звука	5180	м/с
	E_1	Модуль продольной упругости	$2,18 \times 10^5$	Мпа
	$W_{уд}$	Удельная механическая мощность вибратора	60×10^4	Вт/м ²

	$\eta_{ма}$	Механо- акустический КПД	0,7	--
	α	Магнитострикционная постоянная	2.2×10^7	н/м ² т
	$\lambda_{сз}$	Магнитострикция насыщения	70×10^{-6}	
	f	Частота колебаний	22000	Гц
0	A_1	Амплитуда колебаний		
1	к	Число стержней	2	шт
2	z	Ширина стержня	$6,25 \times 10^{-3}$	м
3	о	Ширина окна	6×10^{-3}	м
4	в	Ширина вибратора	$18,5 \times 10^{-3}$	м
5	t	Толщина вибратора	$18,5 \times 10^{-3}$	м
6	d	Высота накладки	7×10^{-3}	м
7	h	Высота окна		
8	l	Длина вибратора		
9	S_c	Площадь стержня	$115,6 \times 10^{-6}$	м ²
0	S_n	Площадь накладки	$342,25 \times 10^{-6}$	м ²
1	P_0	Подводимая электрическая мощность		
2	$\eta_{эм}$	Электромеханический КПД	0,7	
3	V_b	Эффективное значение напряжения		
4	B_m	Амплитудное значение магнитной индукции	10^{-1}	Т
5	I_0	Ток подмагничивания		
6	I_m	Переменная составляющая тока		
7	I	Полный ток		
8	A_0	Ампер-витки подмагничивания		
9	a_m	Ампер-витки возбуждения		
0	m	Число витков на каждом стержне		
1	l_ϕ	Средняя длина пути независимого магнитного потока		

2	H_0	Напряженность поля подмагничивания	3000	а/м
3	G_1	Предел выносливости	110	МПа
4	λ_1	Длина волны в материале вибратора	$235,45 \times 10^{-3}$	м
5	H_m	Напряженность переменного поля		

По рассчитанным данным разработан чертеж волновода - концентратора, который представлен на рис. 1.



Рис.1. Чертёж волновода - концентратора

Разработка внедрена в ЗАО «Группа Компаний ВАЗинтерСервис-Снаб».

Библиографический список

1. Орлов, Л. Н. Информационные материалы СЭВ [Текст] - Киев.: Наука думка, 1980. – 122 с.
2. Фролов, В. В. Теоретические основы сварки [Текст] - М.: Высшая школа, 1970. - 592 с.
3. Волков, С. С. Сварка и склеивание пластмасс [Текст] /С. С. Волков. - Ю. Н. Орлов. - Р. Н. Астахова. - М.: Машиностроение, 1972. - 128 с.

4. *Волков, С. С.* Сварка пластмасс ультразвуком [Текст] /С. С. Волков. - Ю. Н. Орлов. - Б. Я. Черняк. - М.: Химия, 1974. - 264 с.
5. *Зайцев, К. И.* Сварка пластмасс [Текст] /Л. Н. Мацюк - М.: Машиностроение, 1978. 224 с.
6. *Богдашевский, А. В.* Ультразвуковая сварка полиэтилентерефталатной пленки скользящим инструментом [Текст] /А. В. Богдашевский. - Л. Н. Мацюк. - В. Г. Васильченко. - М.: ГОСИНТИ, 1967. - 14 с.
7. *Холопов, Ю. В.* Сварка [Текст] - М.: Машиностроение, 1975. – 339 с.
8. *Орлов, Л. Н.* Информационные материалы СЭВ [Текст] - Киев.: Наука думка, 1980.
9. *Николаев, Г. А.* Ультразвуковая технология в хирургии [Текст] / В. И. Лошилов. - М.: Медицина, 1980. - 271 с.

©С.Н. Скобелева, А.И. Козырин, В.Н. Шевченко, 2016

УДК 519.240

Статников И.Н.***Статников Исаак Наумович, к.т.н., в.н.с**Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН*instant@gmail.com**Фирсов Г.И.*****Фирсов Георгий Игоревич, с.н.с.**Институт машиноведения им. А.А. Благонравова РАН*firsovgi@mail.ru**ПЛАНИРОВАНИЕ ИМИТАЦИОННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ***Ключевые слова: планирование вычислительных экспериментов; планирование многоуровневых экспериментов; коэффициенты динамичности**Рассматривается применение для решения задач многокритериального синтеза динамических систем метода планируемого ЛП-поиска (ПЛП-поиска), который не только позволяет на основе проведения имитационных модельных экспериментов осуществить просмотр пространства параметров в заданных диапазонах их изменения, но и в результате специального рандомизированного характера планирования этих экспериментов применить количественные статистические оценки влияния изменения варьируемых параметров и их парных сочетаний на анализируемые свойства рассматриваемой динамической системы. В качестве примера анализируется влияние параметров нелинейной динамической системы трансмиссии прокатного стана на коэффициенты динамичности в различных узлах трансмиссии..*

Среди новых подходов к исследованию сложных систем эволюционное моделирование выделяется своим синтетическим аспектом, поскольку объединяет эвристические методы, развиваемые в науках об управлении и оптимизации, и эволюционные алгоритмы, характерные для живой природы. Одним из методов, объединяющих стохастические модели, свойственные методу Монте-Карло, и планирование вычислительного эксперимента, является разработанный в ИМАШ РАН планируемый ЛП-поиск (ПЛП-поиск), который благодаря одновременной реализации в нем идеи дискретного квазиравномерного по вероятности зондирования J – мерного пространства варьируемых параметров α_j ($j = 1, \dots, J$) и методологии планируемого математического эксперимента позволяет, с одной стороны, осуществлять глобальный квазиравномерный просмотр заданной области варьируемых параметров, а, с другой стороны, применить многие формальные оценки из математической статистики. Рассмотрим кратко сущность ПЛП-поиска [1, 2]. В основание метода положена рандомизация расположения векторов $\vec{\alpha}$ в области $G(\vec{\alpha})$, задаваемой неравенствами типа $\alpha_{j*} \leq \alpha_j \leq \alpha_{j**}$ ($j = \overline{1, J}$), а само J - число варьируемых параметров; $J = \overline{1, N}$) и рассчитываемых с помощью ЛП $_{\tau}$ - сеток [3]. На сегодняшний день в ПЛП-поиске используются величины $J \leq 51$ и $N < 2^{20}$. Процесс рандомизации расположения векторов $\vec{\alpha}$ в области $G(\vec{\alpha})$ состоит в случайном

смещении уровней параметров α_{ijk} тем или иным способом, где $i = \overline{1, M(j)}$ - номер уровня, а $M(j)$ - число уровней варьируемого j -го параметра по k -му критерию; $h = \overline{1, H_{ijk}}$, а H_{ijk} - число значений k -го критерия $\Phi_k(\bar{\alpha})$ на i -м уровне j -го параметра; $k = \overline{1, K}$ - номер критерия, где K - количество критериев качества. В результате обработки всех N вычислительных экспериментов, проведенных на математической модели, появляются выборочные множества значений $\{\bar{\Phi}_{ijk}(\alpha_{ij})\}$, где $\bar{\Phi}_{ijk}(\alpha_{ij})$ - среднее значение k -го критерия качеств в i -м сечении j -го варьируемого параметра [4 - 6].

В качестве примера применения метода ППП-поиска рассмотрим задачу поиска параметров динамической системы привода [7] прокатного стана, обеспечивающих повышение качества работы стана с точки зрения их точности, надежности и долговечности [8]. Рост скоростей прокатки и обжатий в рабочих клетях современных прокатных станов приводят к интенсивному увеличению динамических нагрузок, формирующихся в главных линиях при захвате раската валками и зачастую в три и более раз превышающих технологические. Именно эти нагрузки являются причиной неудовлетворительной работоспособности некоторых важнейших элементов трансмиссий главных приводов крупных широкополосных станов горячей прокатки.

Рассмотрим процесс нагружения элементов трансмиссии главной линии стана и формирования динамических нагрузок в ней при захвате металла валками. В период холостого хода в главной линии происходит периодическое замыкание и размыкание зазоров Δ_{12} . Кроме того, имеются радиальные зазоры в подшипниках и между их наружными кольцами и расточками в корпусе редуктора ($\Delta_{рк}$). При захвате металла прокатные валки вращаются в поле зазора Δ_{12} . При этом рост момента на валках в период T до замыкания этого зазора не сопровождается соответствующим изменением крутящего момента в главной линии. Прокатка в этот период происходит за счет потери кинетической энергии валков. Скорость валков при этом снижается и становится меньше скорости холостого вращения элементов главной линии. Действие на валки изменяющегося во времени момента прокатки и различие скоростей валков и элементов привода в момент замыкания зазора обуславливают формирование динамических нагрузок переходного процесса, в том числе и усилия в зацеплении P . Усилие в зацеплении стимулирует отрыв колеса от нижней части расточки и его перемещение вверх в пределах, допустимых величиной зазора $\Delta_{рк}$. После выборки этого зазора происходит удар опор колеса о крышку подшипника. Возникающее в результате этого усилие приводит к деформации корпуса редуктора, стремится оторвать его от фундамента. Сочетание высоких динамических нагрузок на входном и выходном валах редукторов и ударного замыкания зазора $\Delta_{рк}$, приводит к большим динамическим нагрузкам на анкерные болты и к существенным динамическим деформациям корпусов редукторов. Аналогичные явления имеют место и в шестеренных клетях, однако возникающие в них нагрузки меньше, чем в редукторах.

Для определения динамических нагрузок в анкерных болтах была использована расчетная схема, специфическая особенность которой заключается в

том, что корпус редуктора предполагается установленным на специальных амортизаторах или на основании повышенной податливости, колесо редуктора имеет возможность для перемещения в поле зазора между наружным кольцом подшипника и его крышкой. При разработке расчетной схемы были введены следующие допущения, не оказывающие существенного влияния на точность определения динамических нагрузок в исследуемых элементах трансмиссии: тангенциальный зазор Δ_{12} главной линии сосредоточен на участке c_{12} , ось поворота корпуса редуктора совпадает с осью вращения шестерни; взаимодействие между опорами колеса и корпусом редуктора при ударном замыкании зазора $\Delta_{рк}$ рассмотрено как взаимодействие двух масс через упругую связь $c_{рк}$ и пропорциональную скорости связь $b_{рк}$; угловая скорость электродвигателя $\dot{\varphi}_g$ в переходных процессах не изменяется, т. е. $\dot{\varphi}_g = \text{const}$; технологический момент, действующий на рабочие валки при захвате металла, представляет собой кусочно-линейную функцию времени $M_y(t) = \begin{cases} M_y t / T; & t \leq T; \\ M_y; & t > T; \end{cases}$ где T - время захвата металла валками; t - текущее время; M_y - момент скатки при установившемся процессе.

Сформированная математическая модель движения элементов привода при захвате раската валками в виде системы обыкновенных нелинейных дифференциальных уравнений десятого порядка исследована с помощью пакета MATLAB, поскольку для него есть разработанные в ИМАШ РАН соответствующие программные модули [9]. В качестве критериев оценки динамических свойств системы используем следующие коэффициенты динамичности: $K_{др}$ - в анкерных болтах крепления редуктора; $K_{д45}$ - на муфте, соединяющей двигатель с редуктором; $K_{д12}$ - на шпинделях; $K_{д23}$ - на муфте, соединяющей редуктор с шестеренной клетью; $K_{дрк}$ - на опоре колеса редуктора. В пространстве параметров (r -мерном гиперпараллелепипеде) отыскивались области концентрации наилучших решений по каждому критерию качества. Для этого нужно было решить следующие задачи: определить те из варьируемых параметров (и их сочетаний), которые оказывают в среднем наибольшее влияние на величины коэффициентов динамичности; определить характер взаимозависимости между отдельными критериями качества с целью выработки комплексной оценки модели; снизить по возможности размерность исходного пространства исследуемых параметров и выделить в заданном r -мерном гиперпараллелепипеде области концентрации наилучших решений по каждому критерию качества; определить и выбрать множество компромиссных сочетаний параметров. Решение сформулированных задач проводилось на ЭВМ методом ППП-поиска на основе сформулированной математической модели в следующей последовательности.

На первом этапе радиальный зазор на опоре колеса редуктора $\Delta_{рк}$ принимался равным нулю. При этом варьировались в указанных ниже диапазонах следующие параметры: $10^5 \leq c_p$ (кг см/рад) $\leq 10^8$, $0 \leq \Delta_{12}$ (рад) $\leq 0,02$, $0,054 \leq c_{45}$ (кг см/рад) $10^{-10} \leq 0,27$, $0,02 \leq T_3$ (с) $\leq 0,1$, $10^8 \leq c_{12}$ (кг см/рад) $\leq 10^{10}$. Диапа-

зону T_3 при заданных границах изменения c_{12} соответствовал интервал безразмерного времени $\tau_3 = 0,338:16,9$.

Для осуществления этой серии экспериментов была составлена матрица планирования с параметрами: $r = 5$; $T_i^* = 10$; $M_j = 16$; $N = 160$, где $T_i^* = 10$; $M_j = 16$; $N = 160$, где T_i^* - число перестановок (серий) экспериментов; M_j - число экспериментов в одной серии; N - общее число экспериментов.

Таблица 1
Значения расчетных F и теоретических F_T величин критерия Фишера для варьируемых параметров

		Параметры							
		τ_3	Δ_{12}	c_p	c_{45}	c_{12}	$C_{12}\tau_3$	$\Delta_{12}\tau_3$	$c_{12}\Delta_{12}$
К _{др}		1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,94	1,94	1,94
	T	16,62	4,73	1,91	2,80	1,42	2,67	2,11	7,56
К _{л12}		1,69	1,69	2,07	2,07	1,69	1,94	1,94	2,98
	T	33,62	1,50	1,35	1,05	1,29	42,0	6,22	2,46
К _{дрк}		1,69	1,69	2,07	1,69	1,69	1,94	1,94	1,94
	T	20,29	4,50	2,29	1,04	1,19	4,28	2,92	5,98
К _{л45}		1,69	1,69	1,69	1,69	1,69	1,94	1,94	1,94
	T	22,60	4,65	1,23	1,31	1,04	3,99	2,70	5,09
К _{л23}		1,69	1,69	2,07	2,07	1,69	1,94	1,94	1,94
	T	13,56	6,16	1,62	1,01	2,52	1,64	14,3 7	14,50
		Параметры							$C_p c_4$ ₅
		$C_{45}\tau_3$	$c_{45}\Delta_{12}$	$c_{12}c_{45}$	$c_p\tau_3$	$c_p\Delta_{12}$	$C_p c_{12}$		
К _{др}		1,89	1,94	1,94	1,09	2,03	3,23	1,94	
	T	10,67	4,54	3,51	9,45	2,40	1,09	1,24	
К _{л12}		1,89	1,94	1,94	2,09	2,09	2,03	2,93	
	T	26,7	6,68	11,96	8,67	9,24	9,08	1,27	
К _{дрк}		1,89	1,94	1,94	2,09	2,03	2,03	1,94	
	T	11,65	4,96	3,66	8,50	2,48	1,20	1,02	
К _{л45}		1,89	1,94	1,94	2,09	2,03	2,03	2,09	
	T	3,48	5,25	4,58	6,97	3,04	1,12	1,05	
К _{л23}		1,94	1,94	1,94	2,09	3,23	3,23	1,94	
	T	14,50	2,52	2,16	10,43	1,38	1,38	2,2 0	

Коэффициенты K_i

Результаты обработки всех экспериментов на ЭВМ приведены в табл. 1, где указаны расчетные F и теоретические F_T величины критерия Фишера, позволяющие судить о влиянии варьируемых параметров и их парных взаимодействий на значения соответствующих коэффициентов динамичности. Из табл. 1 следует, например, что на значения всех коэффициентов динамичности существенно влияют время установления номинального момента нагрузки на валках (τ_3) и зазор Δ_{12} ($F < F_T$), а на значения $K_{др}$ - жесткость анкерных болтов c_p . На этом этапе было выяснено, что при $\tau_3 \in [6; 16,9]$ и $\Delta_{12} \in (0; 0,01)$ обеспечиваются в среднем минимальные значения всех K_d .

На втором этапе было проведено 32 машинных эксперимента при $\Delta_{рк} = \text{вар}$. Зазор изменялся в диапазоне $0 \div 3$ мм. Эксперименты проводились подсериями по 8 в каждой при четырех фиксированных значениях τ_3 (2; 4; 5; 6). Обработка их результатов показала, что изменения $\Delta_{рк}$ более всего сказывались на значениях $K_{др}$. При этом была построена усредненная по результатам экспериментов во всех подсериях для восьми текущих значений $\Delta_{рк}$ зависимость $K_{др}(\Delta_{рк})$, приведенная в табл. 2, из которой видно, что существенное повышение динамических нагрузок в системе связано с ростом $\Delta_{рк}$ зазоров. На основании результатов экспериментов, проведенных на первых двух этапах, была выбрана следующая область поиска рациональных решений при фиксированном значении $\tau_3 = 6$; $0,025 \leq c_{45}$ (кг см/рад) $10^{-10} \leq 0,225$, $0 \leq \Delta_{рк}$ (мм) $\leq 1,5$, $10^8 \leq c_{12}$ (кг см/рад) $\leq 10^{10}$, $10^6 \leq c_p$ (кг см/рад) $\leq 10^8$, $0 \leq \Delta_{12}$ (рад) $\leq 0,01$. При проведении планируемого ЛП-поиска в указанной области была составлена матрица планирования экспериментов с параметрами: $r = 5$; $T_i^* = 10$; $M_j = 16$; $N = 160$.

Таблица 2

Усредненные зависимости коэффициентов динамичности от величины зазора $\Delta_{рк}$

$\Delta_{рк}, \text{ мм}$	0,375	0,750	1,025	1,500	1,875	2,250	2,625	2,813
$\tilde{K}_{др}(\Delta_{рк})$	6,9	12,99	15,04	17,26	18,4	20,63	23,27	27,48

На этом этапе на основе дисперсионного анализа было установлено существенное влияние жесткости c_p на значения всех коэффициентов динамичности. С учетом результатов всех проделанных экспериментов была выявлена следующая контрольная (рекомендуемая) область поиска наилучших решений по всем критериям качества: $0,36 \leq c_p$ (кг см/рад) $\cdot 10^{-8} \leq 0,9$, $0,4 \leq c_{12}$ (кг см/рад) $10^{-9} \leq 1,6$, $0,025 \leq c_{45}$ (кг см/рад) $10^{-10} \leq 0,225$, $0 \leq \Delta_{рк}$ (мм) $\leq 0,6$, $0 \leq \Delta_{12}$ (рад) $\leq 0,006$. Результаты контрольных экспериментов отражены в табл. 3. Для варианта N 5 были проведены дополнительные исследования в выделенной области с целью выявления характера изменения значений коэффициентов динамичности с уменьшением величины τ_3 . Оказалось, что при уменьшении τ_3 с 6 до 3,5 наиболее важный коэффициент динамичности $K_{др}$ возрос от 1,62 до 3,79, что еще вполне допустимо. При этом значения остальных коэффициентов $K_d < 2,2$.

Таблица 3

Результаты контрольных вычислительных экспериментов

$c_p \cdot 10^{-8}$ (кг см/рад)	$c_{12} \cdot 10^{-9}$ (кг см/рад)	$c_{45} \cdot 10^{-10}$ (кг см/рад)	$\Delta_{12} \cdot 10^2$ (рад)	$\Delta_{рк}$ (мм)	Коэффициенты динамичности				
					$K_{дрк}$	$K_{д45}$	$K_{др}$	$K_{д12}$	$K_{д23}$
0,630	1,00 0	0,125	0,300	0,300	1,11	1,26	3,46	1,11	1,18
0,495	1,30 0	0,975	0,450	0,150	1,43	1,57	3,05	1,14	1,25
0,765	0,70 0	0,175	0,150	0,450	1,00	1,00	3,07	1,08	1,14
0,428	1,15 0	0,200	0,975	0,375	1,06	1,15	3,53	1,11	1,16
0,698	0,55 0	0,100	0,375	0,975	1,15	1,13	1,62	1,09	1,09
0,563	0,85 0	0,150	0,525	0,525	1,14	1,16	5,75	1,09	1,18
0,833	1,45 0	0,050	0,225	0,188	1,46	1,62	3,21	1,16	1,23
0,394	1,52 5	0,163	0,188	0,113	1,30	1,27	2,50	1,13	1,19
0,664	0,92 5	0,063	0,488	0,413	1,26	1,51	4,87	1,15	1,21
0,529	0,62 5	0,213	0,338	0,263	1,07	1,03	2,55	1,07	1,10

Таким образом, наибольшее влияние на коэффициенты динамичности в анкерных болтах оказывают параметры τ_3 , c_p , Δ_{12} , $\Delta_{рк}$ и величина c_p / c_{12} , связанная с распределением энергии в системе. Величина жесткости c_{12} существенно влияет на значения всех пяти коэффициентов динамичности, а Δ_{12} только на $K_{др}$ и $K_{дрк}$. Наиболее эффективным и конструктивно реализуемым путем уменьшения динамических нагрузок на исследуемые элементы трансмиссий является снижение жесткости узлов крепления редукторов, в частности, за счет установки их на амортизаторы, а также за счет повышения податливости соединительных элементов, расположенных на быстроходных валах привода, и уменьшения зазоров в трансмиссиях и опорах передач. Использование разработанных моделей и рекомендаций позволяет более чем вдвое снизить формирующиеся при захвате динамические нагрузки. Характер взаимосвязей между коэффициентами динамичности в различных узлах трансмиссии привода носит неантагонистический характер по параметрам в заданной области поиска, что позволило выбрать одну область лучших решений по всем критериям качества.

Библиографический список

1. *Статников И.Н.* Интеллектуальная обработка результатов вычислительного эксперимента в задачах исследования и моделирования колебатель-

ных систем машин [Текст] / И.Н. Статников, Г.И. Фирсов. // Южно-Сибирский научный вестник. – 2013. - № 2(4). - С.5-9..

2. *Статников И.Н.* Определение существенных параметров динамических систем с использованием планируемого многоуровневого вычислительного эксперимента [Текст] / И.Н. Статников, Г.И. Фирсов.// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015). V Международная научно-техническая конференция. (Тольятти, июнь 2015 г.). Сборник статей. Часть 2. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2015. – С. 221-227.

3. *Соболь И.М.* Многомерные квадратурные формулы и функции Хаара [Текст] / И.М. Соболь - М.: Физматгиз, 1969. - 288 с.

4. *Статников И.Н.* О планировании вычислительных экспериментов в задачах динамики двухмассовой виброударной системы [Текст] / И.Н. Статников, Г.И. Фирсов.// Вестник научно-технического развития. - 2012. - № 6(58). - С.27-33.

5. *Статников И.Н.* Инструментальные возможности ППП-поиска [Текст] / И.Н. Статников, Г.И. Фирсов.// Обзорение прикладной и промышленной математики. - 2011. - Т.18, вып. 5. - С.808.

6. *Статников И.Н.* Эвристические возможности ППП-поиска при проектировании динамических систем [Текст] / И.Н. Статников, Г.И. Фирсов.// Обзорение прикладной и промышленной математики. - 2008. - Т.15, вып. 3. - С.930-931.

7. *Коренной В.В.* Обзор исследований динамики переходных процессов в линиях приводов металлургических машин [Текст] / В.В. Коренной // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии: Сб. научн. тр. Вып. 15. - Днепропетровск.: ИЧМ НАН Украины, 2007. - С. 250-264.

8. *Иванченко Ф.К.* Динамика и прочность прокатного оборудования. [Текст] / Ф.К. Иванченко, П.И. Полухин, М.А. Тылкин, В.П. Полухин – М.: Металлургия, 1970. – 486 с.

9. *Статников И.Н.* Об одной технологии дискретного зондирования пространства исследуемых параметров [Текст] / И.Н. Статников, Г.И. Фирсов.// Современные информационные технологии / - Пенза: Пензенская гос. технол. академия, 2004. - С.63-68.

©Статников И.Н., Фирсов Г.И. , 2016

УДК 621.391

Ю.В. Стрелюк*

**Стрелюк Юрий Вениаминович, д.т.н., профессор
Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.
str1953@mail.ru*

Р.А. Маржина*

**Маржина Роман Алексеевич, магистр
Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.
districtofpain@gmail.com*

АНАЛИЗ СХЕМ ПОДКЛЮЧЕНИЯ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Ключевые слова: точка-точка, точка-многоточка, беспроводных сетей передачи данных.

Проведен краткий анализ топологии беспроводных сетей передачи данных, проанализированы их достоинства и недостатки.

Условно, типовые решения по применению оборудования беспроводных сетей передачи данных (БСПД) можно разделить на две большие группы. Это системы «точка-многоточка» и системы «точка-точка» [1-3].

Подключение удаленного филиала. Для подключения одного удаленного абонента в центральном офисе устанавливается точка доступа и направленная антенна. Если абонентов несколько, то устанавливается либо всенаправленная, либо секторная антенна. Типичная схема подключения удаленного филиала представлена на рис. 1.

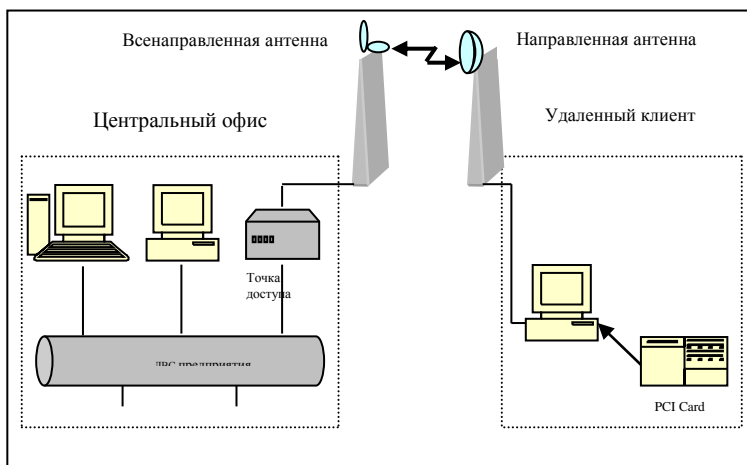
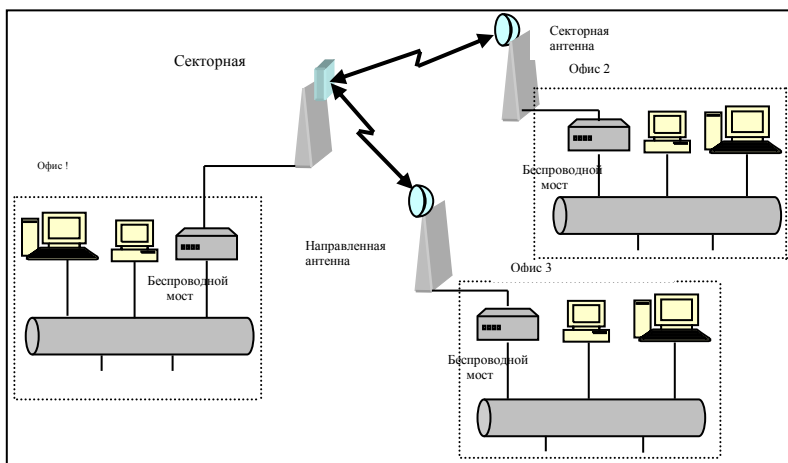


Рис. 1. Схема подключения удаленного филиала

Если между центральным офисом и удаленным филиалом существует прямая видимость, то задача решается в рамках одной организации, без подключения к точке доступа местного оператора. В этом случае, с экономической точки зрения, достаточно применить технологию Radio-Ethernet. Как правило, в центре устанавливают точку доступа с мощной всенаправленной антенной. Точка доступа обеспечивает интерфейс с кабельной локальной вычислительной сетью (ЛВС) центрального офиса[4, 5]. В удаленной точке устанавливается абонентский комплект – карта в персональный компьютер или конвертер интерфейсов в случае подключения любого устройства, имеющего интерфейс 10 Base-T [6].

Несмотря на очевидную простоту, такая схема подключения обладает целым рядом существенных недостатков. К основным недостаткам следует отнести неэкономное использование радиоспектра мощной круговой антенны, высокий уровень шумов, собираемый на эту антенну, а так же наличие мертвой зоны вокруг базовой станции из-за узкого угла излучения в вертикальной плоскости у мощных круговых антенн[7-9].

Наиболее эффективным вариантом является разбиение всей покрываемой территории на зоны и установка секторных антенн, то есть секторирование. Такой вариант характеризуется большой емкостью соты до 30...60 абонентов, отсутствием мертвых зон вокруг соты, экономным использованием радиоспектра, так как излучается только туда, где есть абоненты. К недостаткам такой схемы следует отнести необходимость использования большого участка радиоспектра, с целью частотного разнеса соседних антенн, и большая стоимость.



Соединение двух-трех локальных сетей(рис. 2).

Рис. 2. Типовая схема объединения трех локальных сетей

Для объединения нескольких локальных сетей в одну обычно используют либо радиомосты, которые ставятся во всех точках, либо радиомаршрутизаторы.

Радиомосты обеспечивают прозрачное для протоколов сетевого уровня, и выше, объединение сетей в одну. Разделение сетей обеспечивают радиомаршрутизаторы.

Работа через ретранслятор. Наибольшее распространение получили три типовых варианта работы беспроводной сети через ретранслятор.

Первый вариант – с помощью радиомостов, устанавливаемых во всех точках (рис. 3). Достоинство такого построения сети – простота. Недостаток – относительно дорого.

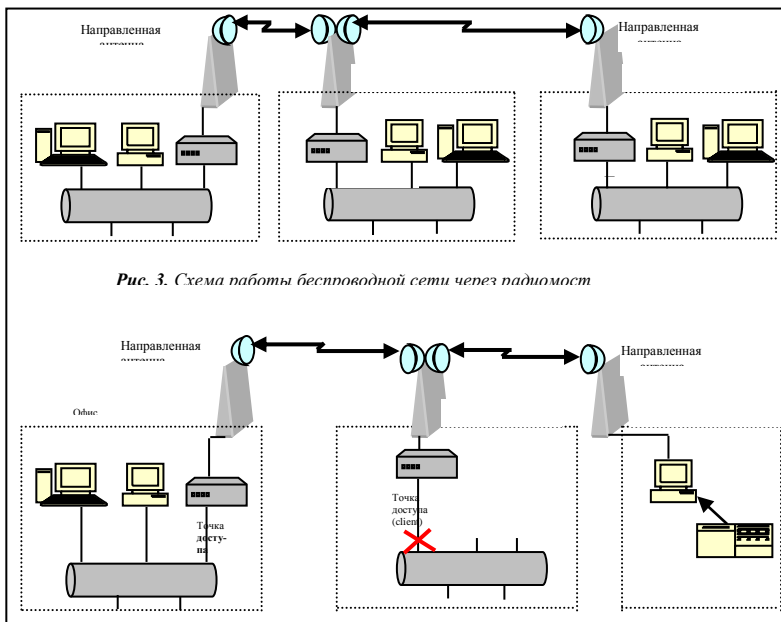


Рис. 3. Схема работы беспроводной сети через радиомост

Рис. 4. Схема работы беспроводной сети через точку доступа

Второй вариант – в качестве ретранслятора ставится точка доступа, а в удаленной точке – абонентский комплект (рис. 4).

Третий вариант построения беспроводной сети через ретранслятор предусматривает применение радиомаршрутизаторов с двумя радиointерфейсами. В первом и втором варианте на ретрансляции происходит падение скорости в два раза [10]. В третьем варианте этого удастся избежать, и, кроме того, он обладает всеми выше перечисленными достоинствами радиомаршрутизаторов.

Таким образом, анализ показал, что применение радиомаршрутизаторов с двумя радиointерфейсами позволяет значительно повысить скорость передачи данных.

Библиографический список

1. *Артюшенко, В. М.* Проектирование сетей подвижной связи с кодовым разделением каналов [Текст] / В.М. Артюшенко: монография - ФГБОУ ВПО ФТА. – М., – 2012. – 204 с.
Артюшенко, В. М.
2. *Артюшенко, В. М.* Оценка влияния помех от радиоэлектронных систем на беспроводные устройства малого радиуса действия с блоками кодирования [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2010. Т.6. №4. С.3 – 6.
3. *Артюшенко, В. М.* Оценка экономической эффективности использования автоматизированной системы распределения средств управления космическими аппаратами в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Вестник поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика. – 2013. – № 5 (31). – С. 131–136.
4. *Артюшенко, В.М.* Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. – Т.5. – №1. С.19-23.
5. *Артюшенко, В.М.* Электротехнические системы жизнеобеспечения зданий на базе технологии VACNET [Текст] / В.М. Артюшенко / Монография. – М., ГОУ ВПО «МГУС», – 2006. – 138 с.
6. *Артюшенко, В. М.* Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.
7. *Артюшенко, В. М.* Статистические характеристики сигналов и помех радиотехнических устройств ближнего действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач, В.В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т.57. - №7. С.46-50.
8. *Артюшенко, В. М.* Статистические характеристики сигналов и помех радиотехнических устройств ближнего действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И. Воловач, В.В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т.57. – №7. – С.46–50.
9. *Artyushenko V. M., Volovach V. I.* Threshold method of measurement of extended objects speed of radio engineering devices of short-range detection // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014). Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014– 2014. KNURE, Kharkov. – PP.220-223.
10. *Артюшенко, В.М.* Моделирование скорости передачи информации земных станций при работе в составе узловой сети [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2014. – № 7-8. – С. 96–99.

УДК 621.315

С.М. Строганова*

**Строганова Светлана Михайловна, ст. преподаватель
Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.
stroganova306@mail.ru*

Н.М. Карпова*

**Карпова Наталия Михайловна, бакалавр
Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.
knm1995@list.ru*

С.Ю. Галкин*

**Галкин Сергей Юрьевич, бакалавр
Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.
deviljin23@yandex.com*

АНАЛИЗ ПАРАМЕТРОВ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ УСЛУГ АТМ-СЕТЬЮ

Ключевые слова: трафик, услуга, категория обслуживания.

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом параметров качества услуг, предоставляемых АТМ-сетью.

Категория обслуживания CBR (ConstantBitRate - постоянная скорость) определена для трафика, требующего постоянную полосу пропускания, задаваемую параметром PCR. Сеть гарантирует, что все ячейки, соответствующие скорости PCR, выданные источником, будут переданы сетью с минимальными потерями CellLossRatio (CLR) и задержками MaximumCellTransferDelay - max (CTD) и PeaktopeakCellDelayVariation - peaktopeak (CDV). Услуга CBR аналогична АТС - услуге DBR, за исключением того, что связана с качеством предоставления услуг[1-4].

Категория обслуживания rt - VBR характеризуется максимальной (PCR) и средней (SCR) скоростями трафика, а также максимальным размером вспышки трафика (MBS). Сеть обеспечивает доставку ячеек с задержками меньшими, чем maxCDV и peaktopeak CDV и потерями меньшими CLR. Для услуги nrt - VBRсетью не гарантируются каких-либо параметров задержки для трафика. Потери ограничены значением CLR[5-7].

Категория обслуживания ABR аналогична услуге ABR, определенной МСЭ. Гарантии качества обслуживания не определены.

Категория обслуживания UBR не поддерживает каких-либо гарантий качества предоставляемых услуг.

Категория обслуживания GFR аналогична услуге GFR, определенной МСЭ. Категория GFR гарантирует минимальную скорость для соединения. Гарантии качества обслуживания не определены.

Параметры качества предоставления услуг.

В табл. 1 приведены параметры качества предоставления услуг, определенные Форумом АТМ и МСЭ - Т.

Таблица 1.

Параметры качества предоставления услуг

МСЭ - Т		Форум АТМ	
Mean CTD	MeanCellTransferDelay. Определяется как среднее арифметическое измеренных задержек ячеек	max CTD	Maximum Cell Transfer Delay. Максимальная задержка ячейки.
2 - pt CDV	Two point Cell Delay Variation. Определяется как разница между верхним и нижним значениями измеренной задержки распространения ячеек.	peak to peak CDV	Peak to peak Cell Delay Variation. Максимальное значение вариации задержки ячейки
CLR	CellLossRatio. Параметр потерь определяется для потока ячеек поле приоритета сброса (CLP) которых установлено в 0 (CLP0), в 1 (CLP1) или потери смешанного потока (CLP0+1).	CLR	CellLossRatio. Относительный уровень потерь ячеек определяется для соединения как отношение потерянных ячеек к общему числу переданных источником ячеек. CLR может подразделяться как для потока ячеек CLP0, так и потока CLP0+1
CER	CellErrorRatio. Относительный уровень передачи ячеек с искажениями.	CER	CellErrorRatio. Относительный уровень передачи ячеек с искажениями.
CMR	CellMisinsertionRate. Интенсивность неверно - адресованных ячеек.	CMR	CellMisinsertionRate. Интенсивность неверно - адресованных ячеек.
SECB R	Severely Errored Cell Block Ratio. Относительный уровень ошибок по блокам.	SECB R	Severely Errored Cell Block Ratio. Относительный уровень ошибок по блокам.

Параметры очень похожи в обоих случаях, но имеют некоторые различия. Суммарная величина задержки переноса ячеек является результатом действия нескольких причин. При наличии спутникового участка основной вклад определяется, конечно, задержкой распространения сигнала в свободном пространстве. Задержка кодирования и декодирования спутниковых модемов также составляет существенную величину. При этом задержка, вызванная процедурой кодозащиты, изменяется в зависимости от типа кодирования и скорости передачи. Кроме того, задержка вносится АТМ - коммутаторами, подключенными к земной спутниковой станции. Каждый АТМ - коммутатор вносит задержку, определяемую несколькими составляющими: задержка на

коммутацию, задержка на ожидание обслуживания в буфере выходного интерфейса, задержка на передачу ячейки через интерфейс [8, 9].

Вариация задержки ячеек является результатом изменения времени, в течение которого ячейки находятся в буфере выходного интерфейса и ожидают обслуживания. Это время зависит от структуры и степени интенсивности трафика, от числа и взаимосвязи виртуальных трактов (VP) и виртуальных каналов (VC), от механизма обслуживания и емкости буферов в коммутаторах. Очевидно, что вариация задержки будет увеличиваться с ростом числа ATM - узлов участвующих в соединении.

Классы предоставления услуг, обслуживания. Рекомендация МСЭ - Т I.362, основываясь на обобщенных типах приложений, которые должны поддерживаться ATM - сетью, определяет четыре класса предоставления услуг: А, В, С и D (см. табл. 2).

Таблица 2.

Классы предоставления услуг, определенные рекомендацией МСЭ - Т I.362.

Класс	Приложения
А	Эмуляция цепей (Circuitemulation), передача видео, аудио информации с постоянной скоростью
В	Передача сжатой аудио и видео информации с переменной скоростью
С	Передача данных ориентированных на соединение
Д	Передача данных не ориентированных на соединение

Интерпретация этих классов в терминах параметров качества обслуживания открыта для произвольного толкования и, поэтому, на различных ATM - сетях одному и тому же классу может соответствовать разное качество предоставления услуг [10, 11].

Поддержка классов предоставления услуг в спецификациях Форума ATM ТМ4.0 и ТМ4.1 введена, для поддержки возможности взаимодействия между корпоративными сетями и сетями общего пользования. В отличие от классов предоставления услуг, определенных Рекомендацией МСЭ - Т I.362, классы, определенные Форумом ATM, строятся на основе параметров качества предоставления услуг. Для каждого класса определен набор используемых параметров качества обслуживания. Классы качества предоставления услуг, использующие один или более параметров качества обслуживания, называются специфицированными классами качества предоставления услуг. Специфицированный класс может использовать любое подмножество параметров качества. Если класс не использует ни один из параметров качества, то такой класс называется неспецифицированным. Сеть может поддерживать любое количество специфицированных классов качества обслуживания, и только один неспецифицированный класс. Необходимо, чтобы существовал хотя бы один специфицированный класс для каждого класса обслуживания определяемого рекомендацией МСЭ-Т I.362. Спецификации Форума ATM определяют только набор параметров качества обслуживания для классов, но не определяют граничные значения параметров. Поэтому соединение, имеющее определенный

класс обслуживания, на самом деле может получить различное качество обслуживания на различных участках АТМ - сети.

Рекомендация МСЭ - Т I.365, также как рекомендации Форума АТМ, определяет четыре класса качества обслуживания на основе параметров качества обслуживания. Значения части параметров принимаются по умолчанию и только для некоторых параметров устанавливаются граничные значения (см. табл. 3). Знаками "Н" и "У" обозначены соответственно ненормируемые параметры и параметры по умолчанию.

Таблица 3.

Классы и параметры качества предоставления услуг МСЭ - Т I.365

	CTD	CDV	CLR₀₊₁	CLR₀	CER	CM R	SE CB R
Норма по умолчанию	-	-	-	-	$4 \cdot 10^{-6}$	1/сут ки	$1 \cdot 10^{-4}$
Класс 1	400 мс	3 мс	$3 \cdot 10^{-7}$	Н	У	У	У
Класс 2	Н	Н	$1 \cdot 10^{-5}$	Н	У	У	У
Класс 3	Н	Н	Н	$1 \cdot 10^{-5}$	У	У	У
Класс 4	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н

Табл. 3 определяет верхние значения параметров качества обслуживания АТМ - соединения. Поскольку на практике любое АТМ - соединение может состоять из нескольких участков, образуемых спутниковыми и наземными фрагментами сети, то значения параметров качества обслуживания из табл. 3 должны быть распределены по участкам в соответствии с принципами распределения допусков, установленными МСЭ - Т.

Табл. 4 показывает возможное соответствие между категориями обслуживания, классами качества обслуживания.

Таблица 4.

Категории обслуживания и классы обслуживания

Категория обслуживания (Форум АТМ)	Класс качества обслуживания (МСЭ - Т I.365, Форум АТМ)	Класс обслуживания (МСЭ - Т I.362)
CBR	1	A
Rt - VBR	2	B
Nrt - VBR	3	C
ABR	3	C
GFR	3	D
UBR	4	D

Рекомендации МСЭ не определяют классов, которые делают различие между трафиком CLP 0 и CLP 0+1 и гарантирующих доставку в реальном

масштабе времени. В результате не существует прозрачной поддержки для трафика rt - VBR на ATM - сети общего пользования.

Библиографический список

1. *Артюшенко, В. М.* Алгоритмы адаптации спутниковой связи по скорости передачи информации земных станций при работе в составе узловой сети [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // *Естественные и технические науки*. – 2014. – № 7 (75). – С. 96–100.

2. *Артюшенко, В. М.* Моделирование скорости передачи информации земных станций при работе в составе узловой сети [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // *AustrianJournalofTechnicalandNaturalsciences*. – 2014. – № 7-8. – С. 96–99.

3. *Артюшенко, В. М.* Оценка требуемой пропускной способности каналов управления в корпоративной сети спутниковой связи с регулируемыми параметрами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Информационно-технологический вестник*. – 2015. – № 02 (02) – С. 23–29.

4. *Артюшенко, В. М.* Анализ энергетических характеристик линий корпоративной сети спутниковой связи [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Информационно-технологический вестник*. – 2014. – № 01(01). – С. 13–19.

5. *Артюшенко, В. М.* Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // *Радиотехника*. – 2015. – № 2. – С. 76-82.

6. *Artyushenko V. M., Volovach V. I.* Threshold method of measurement of extended objects speed of radio engineering devices of short-range detection // *Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014)*. Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014– 2014. KNURE, Kharkov. – PP. 220-223.

7. *Артюшенко, В. М.* Анализ состояния автоматизации распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Приволжский научный вестник*. – 2014. – № 3-1 (31). – С. 14-17.

8. *Артюшенко, В.М.* Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Приволжский научный вестник*. – 2014. – № 4 (32). – С. 42-45.

9. *Артюшенко, В. М.* Оценка экономической эффективности использования автоматизированной системы распределения средств управления космическими аппаратами в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // *Вестник поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика*. – 2013. – № 5 (31). – С. 131–136.

10. *Артюшенко, В. М.* Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стрелалюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

11. *Артюшенко, В. М.* Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В.

Стреналюк, Н.А. Васильев, И.М. Белюченко, К.Л. Самаров, В.Н. Зиновьев, С.П. Посеренин, Г.Г. Вокин, А.П. Мороз, В.С. Шайдуров, С.С. Шаврин /под науч. ред. док.техн. наук, проф. В.М. Аргюшенко. – Королев МО: МГОТУ, 2015. – 168 с.

©С.М. Строганова, Н.М.Карпова, С.Ю. Галкин, 2016

УДК 62-83:681.5

А.И. Татаринов*

*Татаринов Алексей Игоревич, аспирант

Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.

ktifysx@mail.ru

АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ МОБИЛЬНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПУНКТОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Ключевые слова: телеметрическая информация, ракетно-космическая техника, мобильный измерительный пункт, космический аппарат.

В статье рассмотрены понятие системы и её признаки, понятие субъекта и объекта управления. Рассмотрены и проанализированы схемы дистанционного управления и диагностики элементами мобильных измерительных пунктов. Показано, что важнейшую роль в этом играет сервер, для дистанционного управления которым можно использовать спутниковую связь «Инмарсат».

В последние десятилетия исследования и разработки в отрасли космической техники приобретают в нашей стране все более актуальное значение. Ведущую роль в этом играет телеметрия [1-3]. К концу 90-х годов необходимость модернизации измерительных комплексов, обеспечивающих испытательные пуски изделий ракетно-космической техники (РКТ), стала жизненно необходимой по следующим причинам:

- политические - после распада СССР ряд объектов измерительного комплекса перешли под юрисдикцию сопредельных государств. Ряд объектов были ликвидированы;

- экономические. При новой модели построения государственно-экономической структуры финансовые затраты на содержание и развитие измерительных комплексов становятся основным критерием эффективности их построения;

- технические - появление новых технологий в информационном обеспечении пусков, построении измерительных средств, увеличение объёмов измерительной информации, появление новых трасс выведения изделий РКТ на орбиту и т.д.

Кроме того, задачи информационно-телеметрического обеспечения испытаний объектов РКТ значительно расширились. Это связано с появлением новых высокодинамичных изделий РКТ, бортовых радиотелеметрических систем высокой информативности, диапазонов рабочих радиочастот, повышением требований к качеству телеметрической информации (ТМИ), оперативности обработки и доставки [4-9]. Анализ направлений модернизации и создания новых измерительных комплексов показывает, что полное решение задач измерительно-технологической отрасли (ИТО) невозможно без создания в их составе перебазируемой компоненты, позволяющей оперативно изменять конфигурацию комплекса применительно к особенностям конкретного пуска. При этом немаловажное значение имеет резкое сокращение экономических затрат за счёт отказа от строительства и содержания стационарных зданий и

сооружений путём организации вахтового метода применения мобильных измерительных пунктов (МИП) [10-16].

Как и любое техническое изделие, МИП является сложным средством сбора телеметрической информации. Для анализа таких сложных систем применяют теорию систем и системного анализа. Это позволяет оценить работу любого технического устройства, как единого целого, так и отдельных его элементов, понять структуру устройства, выявить закономерности функционирования его частей друг с другом [17-21].

Рассмотрим диагностику и дистанционное управление элементами МИП при помощи структурных схем. Для понимания общего строения комплекса МИП с точки зрения диагностики и дистанционного управления были построены общие схемы (рис. 1, 2).



Рис. 1. Общая схема дистанционного управления элементами МИП



Рис. 2. Общая схема диагностики элементов МИП

В схеме дистанционного управления в роли субъекта управления выступает устройство системное вычислительное, которое управляет каждым объектом управления. В схеме диагностики в роли субъекта диагностики выступают три элемента: устройство системное вычислительное, анализатор спектра AgilentFieldFox и Метеостанция VantagePro 2, остальные элементы являются объектами диагностики, каждый из которых диагностируется субъектами.

Система информационно-измерительная, обеспечивает выполнение основного функционального предназначения ММИИ (модуль мобильный информационно-измерительный), по приему в диапазонах частот МП, МШ, Д, ДШ, ДУ, регистрации, предварительной обработке и выдачи по каналам системы спутниковой связи (ССС) или наземным каналам телеметрической информации существующих и перспективных структур с изделий ракетно-космической техники. Она позволяет осуществлять геодезическую и временную привязку ММИИ на местности по сигналам ССС ГЛОНАСС/GPS. [22]. Сервер управляет устройствами СИИ (система информационно-измерительная), объединенными кабельной сетью ETHERNET.

Анализатор спектра AgilentFieldFox №9912A является измерительным сверхвысокочастотным (СВЧ) прибором и предназначен для проведения высокочастотных (ВЧ) измерений (коэффициента стоячей волны (КСВ), затухания и пр.) для оценки качества работы антенной системы, а также для спектральных наблюдений ВЧ сигналов с целью оценки помеховой обстановки. Анализатор спектра является дистанционно управляемым прибором, включенным в сеть ETHERNET.

Метеостанция VantagePro 2 предназначена для определения температурных характеристик в аппаратном отсеке и снаружи ММИИ: влажности, давления, скорости ветра, количества осадков, а также прогнозирования предстоящих погодных условий на одни сутки в месте размещения ММИИ для определения возможности успешного выполнения целевой задачи.

Станция МПТС-ПМ4 предназначена для приема, демодуляции и регистрации принимаемой ТМИ в диапазонах частот МП, МШ, Д, ДШ, ДУ структурах «Скуг» («Сириус»), «Пирит», «РТС-9 КИМ-Ц», «РТСЦ-М2», «БИТС-2», «Орбита-IV МО».

АС СФАР (антенная система с синфазной антенной решеткой) обеспечивает одновременный прием высокочастотных сигналов в диапазонах частот МП, МШ, Д, ДШ, ДУ горизонтальной и вертикальной поляризации от ракетно-космических объектов.

Система антенная трансформируемая (АС-5Т) обеспечивает одновременный прием высокочастотных сигналов в диапазонах частот МП, МШ, Д, ДШ, ДУ и имеет большую эффективную поверхность и дальность приема ТМИ, чем АС СФАР.

Сервер и анализатор спектра в данном случае являются субъектами диагностики. АС-5Т, антенная система СФАР, приемно-регистрирующий модуль, система жизнеобеспечения и система электропитания являются объектами диагностики, которые диагностируются при помощи анализатора спектра. Анализатор спектра передает информацию на сервер, где оператор может увидеть нужную информацию о состоянии систем. Метеостанция собирает

информацию с системы жизнеобеспечения и внешних датчиков, эта информация передается на сервер и далее ее получает конечный пользователь.

Схема дистанционного управления системами МИП изображена на рис. 3.

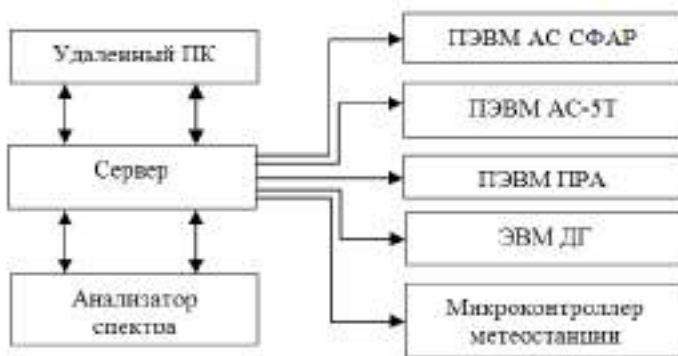


Рис. 3. Структурная схема системы дистанционного управления МИП

С удаленного персонального компьютера (ПК) на сервер посылается управляющий сигнал, с сервера он передается на электронную вычислительную машину (ЭВМ) или микроконтроллер каждого из элементов, которые с помощью программного обеспечения выполняют управление элементами системы. Если элемент, на который был послан такой сигнал, выполнил управление, на сервер отправляется сигнал о выполнении действия, иначе сигнал об ошибке.

Для дистанционного управления сервером можно использовать проводное соединение или спутниковую связь «Инмарсат».

Таким образом, были рассмотрены и проанализированы схемы дистанционного управления и диагностики элементов элементами МИП. Показано, что важнейшую роль в этом играет сервер, для дистанционного управления которым можно использовать как проводное соединение, так и спутниковую связь «Инмарсат». В качестве программного обеспечения можно использовать программу «TeamViewer».

Библиографический список

1. *Артюшенко, В. М.* Системный анализ в области управления и обработки информации: монография [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Ю. В. Стреналюк, Н. А. Васильев, И. М. Белюченко, К. Л. Самаров, В. Н. Зиновьев, С. П. Посеренин, Г. Г. Вокин, А. П. Мороз, В. С. Шайдуров, С. С. Шаврин / под науч. ред. док.техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – Королев МО: МГО-ТУ, 2015. – 168 с.
2. *Артюшенко, В. М.* Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Ю. В. Стреналюк, В. И. Привалов, В. И. Воловач, Е. П. Шевченко, В. М. Зимин, Е. С. Харламова,

А. Э. Аббасов, Б. А. Кучеров / под науч. ред. докт.техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

3. *Артюшенко, В. М.* Современные исследования в области теоретических основ информатики, системного анализа, управления и обработки информации [Текст] // В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, И. М. Белюченко, и др. Монография / под науч. ред. докт.техн. наук, проф. В. М. Артюшенко. – Королев, ГБОУ ВПО МО ФТА, 2014. – 318 с.

4. *Артюшенко, В. М.* Повышение оперативности бесконфликтного управления группировкой космических аппаратов в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2013. – Т. 9. № 3. – С. 59–66.

5. *Артюшенко, В. М.* Роль информатизации в повышении оперативности распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2014. – № 4 (157). – С. 67–72.

6. *Артюшенко, В. М.* Информатизация управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2013. – № 6 (48). – С. 6-14.

7. *Artuschenko, V. M.* Modeling transmission rate of ground stations when working as part of a meshed network [Text] / V. M. Artuschenko, B. A. Kucherov // Austrian Journal of Technical and Natural sciences. – 2014. – № 7-8. – pp. 96–99.

8. *Артюшенко, В. М.* Алгоритмы адаптации спутниковой связи по скорости передачи информации земных станций при работе в составе узловой сети [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Естественные и технические науки. – 2014. – № 7 (75). – С. 96–100.

9. *Артюшенко, В. М.* Алгоритмы адаптации линий спутниковой связи по мощности передающих устройств земных станций при работе в составе узловой сети [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2014. – № 4, т. 10. – С. 64–73.

10. *Артюшенко, В. М.* Оценка требуемой пропускной способности каналов управления в корпоративной сети спутниковой связи с регулируемыми параметрами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Информационно-технологический вестник. – 2015. – № 02– С. 23-29.

11. *Артюшенко, В. М.* Анализ энергетических характеристик линий корпоративной сети спутниковой связи [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Информационно-технологический вестник. – 2014. – № 01 (01). – С. 13–19.

12. *Артюшенко, В. М.* Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Радиотехника. – 2015. – № 2. – С. 76-82.

13. *Артюшенко, В. М.* Организация информационного обмена между элементами наземного комплекса управления группировкой космических аппаратов [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Прикладная информатика. – 2014. – № 1 (49). – С. 33–43.

14. *Артюшенко, В. М.* Оценка экономической эффективности использования автоматизированной системы распределения средств управления косми-

ческими аппаратами в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Вестник поволжского государственного университета сервиса. Серия «Экономика». – 2013. – № 5 (31). – С. 131–136.

15. *Артюшенко, В. М.* Анализ состояния автоматизации распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 3-1 (31). – С. 14-17.

16. *Артюшенко, В. М.* Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Приволжский научный вестник. – 2014. – № 4 (32). – С. 42-45.

17. *Артюшенко, В. М.* Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В. А. Корчагин // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. – Т. 5. № 3. – С. 3-11.

18. *Артюшенко, В. М.* Современные направления развития корпоративных сетей спутниковой связи [Текст] / В. М. Артюшенко, Т. С. Аббасова, Б. А. Кучеров // Двойные технологии. – 2014. – № 3 (68). – С. 67–72.

19. *Артюшенко, В. М.* Статистические характеристики сигналов и помех радиотехнических устройств ближнего действия [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач, В. В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т. 57. – № 7. – С. 46–50.

20. *Artyushenko V. M., Volovach V. I.* Threshold method of measurement of extended objects speed of radio engineering devices of short-range detection // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014). Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014– 2014. KNURE, Kharkov. – PP. 220-223.

21. *Артюшенко, В. М.* Особенности отражения зондирующих сигналов радиотехнических устройств обнаружения от протяженных объектов сложной формы [Текст] / В. М. Артюшенко, В. И. Воловач // Школа университетской науки: парадигма развития. 2012. №2-6. С.42-46.

22. *Кучеров, Б. А.* Решение задач прогнозирования загрузки наземных средств управления космическими аппаратами [Текст] / Б. А. Кучеров // Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2015. – № 2, т.11. – С. 30-36.

© Татаринов А.И. , 2016

УДК 621.315

Н.Н. Теодорович*

**Теодорович Наталья Николаевна, к.т.н., доцент
Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.
teonat@rambler.ru*

С.Ю. Галкин*

**Галкин Сергей Юрьевич, бакалавр
Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.
deviljin23@yandex.com*

Н.М. Карпова*

**Карпова Наталия Михайловна, бакалавр
Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.
knm1995@list.ru*

АНАЛИЗ КАЧЕСТВА ПРЕДОСТАВЛЯЕМЫХ УСЛУГ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ ИСПОЛЬЗУЮЩИХ АТМ - ТЕХНОЛОГИЮ

Ключевые слова: IP - протокол, АТМ – технология, мультимедийная система.

В статье рассмотрены вопросы, связанные с анализом качества услуг предоставляемых в телекоммуникационных сетях АТМ-технологией.

Одной из самых важных тенденций развития современных телекоммуникаций является конвергенция технологий Рек. МСЭ - Т Y100, то есть взаимодействие различных технологий, позволяющее устанавливать соединение между оконечными пользователями, которое проходит через несколько сетей, работающих на основе различных технологий. В рамках Глобальной информационной инфраструктуры Дополнение 1, протоколу IP отведена роль связующего звена, позволяющего создать соединение из конца в конец через участки сети, использующие различные технологии. Протокол IP активно используется для предоставления мультимедийных услуг, например, технология передачи речи через IP Voiceover IP - VoIP, см. Рек. МСЭ - Т Н.323. Существует тенденция расширения использования IP - протокола для мультимедийных приложений, поэтому любая современная мультимедийная система, должна поддерживать протокол IP как можно лучше [1-3].

Поддержка мультимедийных приложений подразумевает качество предоставления услуг, т. е. наложение качественных характеристик приложений на характеристики сети передачи. Во многих случаях оценка качества работы мультимедийного приложения не поддается формализации и часто делается на основе субъективного мнения, поэтому качество предоставления услуг, оценивается очень огрублено. Качество предоставления услуг означает, что пользователь получает некоторые гарантии касающиеся услуг, предоставляемых сетью. Эти гарантии могут относиться к разным характеристикам обслуживаемого трафика: полосе пропускания, задержке, потерям и т. д. Качество предоставления услуг может относиться к индивидуальным потокам данных,

агрегированному трафику, состоящему из разнотипных, индивидуальных потоков, или классам трафика, состоящим из индивидуальных потоков, требующих однотипного обслуживания Дополнение 2 [4-6].

Классы обслуживания представляют собой совокупность некоторых параметров качества обслуживания с предопределенными для каждого класса граничными значениями. Различные классы предназначены для поддержки разных приложений. Например, один класс предназначен для просмотра WEB - страниц и передачи данных электронной почты, а другой для организации видеоконференций и т.д. Различные технологии имеют разные возможности по качеству предоставления услуг [7-9].

АТМ - технология является основой для построения Широкополосных Цифровых Сетей с Интеграцией Служб - Ш-ЦСИС BroadbandIntegratedServiceDigitalNetwork - В-ISDN и создает единую среду способную передавать все виды трафика: речь, видео, трафика данных и т.д. В разработке технологии, решающую роль играют организации МСЭ и Форум АТМ. Рекомендации Форума АТМ ориентированы на корпоративного пользователя, в то время как рекомендации МСЭ - на сети общего пользования. Рекомендации имеют много общего и обеспечивают взаимодействие корпоративных сетей и сетей общего пользования, однако каждая из организаций поддерживает собственную модель обеспечения качества предоставления услуг. Эти модели определяются рекомендациями МСЭ - Т: I.356, I.362, I.371 и Форума АТМ: ТМ4.0, ТМ4.1. Рекомендация МСЭ - Т I.362, послужившая основой для разработки рекомендации Форума АТМ ТМ4.0, была дезавуирована, но соответствующее оборудование все еще производится и используется на существующих сетях. Рекомендация Форума АТМ ТМ4.1 основана на рекомендациях МСЭ - Т I.356 и I.371.

Рекомендация МСЭ - Т I.371 определяет параметры, описывающие поведение трафика. На их основе, а также на основе механизмов обслуживания трафика АТМ - сетью, определяются услуги транспорта данных АТМ TransferCapabilities - АТС - услуги. Определено пять основных АТС - услуг: детерминированная скорость DeterministicBitRate - DBR, статистическая скорость StatisticalBitRate - SBR, передача блока АТМ ячеек АТМ BlockTransfer - АВТ, доступная скорость AvailableBitRate - АВР и гарантированная скорость кадров GuaranteedFrameRate - GFR. Услуги АТС не имеют предопределенного качества предоставления услуг, поэтому, для полного описания требований приложения, необходимо явно указать АТС - услугу и соответствующее качество обслуживания.

Рекомендации Форума АТМ ТМ4.0 и ТМ4.1 также определяют параметры, описывающие поведение трафика и определяют услуги передачи трафика - категории обслуживания. Рекомендация ТМ4.0 определяет пять, а ТМ4.1 шесть категорий обслуживания: постоянная скорость ConstantBitRate - СВР, переменная скорость для трафика реального времени realtime - VariableBitRate - rt - VBR, переменная скорость для трафика не критичного к задержкам Non-realtime - VariableBitRate - nrt - VBR, доступная скорость AvailableBitRate - АВР, неопределенная скорость UnspecifiedBitRate - UBR и гарантированная скорость кадров GuaranteedFrameRate - GFR. GFR определена в рекомендации

Форума ATM TM4.1. В отличие от определенных МСЭ АТС - услуг, категории обслуживания определяют как поведение трафика, так и качество его обслуживания на сети. Поэтому, для установления ATM - соединения надо указать только категорию обслуживания.

В табл.1 приведены параметры трафика, используемые для определения, как категорий обслуживания, так и услуг АТС. Запись типа PCR 0+1 означает, что параметр PCR определен для трафика содержащего как ячейки, у которых поле CLP=0, так и ячейки с CLP = 1. Запись SCR 0 означает, что параметр SCR определяется только для ячеек содержащих поле CLP = 0. Остальные варианты интерпретируются аналогичным образом.

Таблица 1.

Параметры трафика

Обозначение		Пояснения
PCR	PCR0+1	PeakCellRate. Пиковая скорость, с которой источник может посылать ячейки в сеть.
SCR	SCR0+1	SustainedCellRate. Скорость трафика за длительный промежуток времени, средняя скорость.
	SCR0	
MBS		MaximumBurstSize. Максимальный размер вспышки трафика
IBT = (MBS - 1) * (1/SCR - 1/PCR)		Inter Block Tolerance. Производная величина.
MCR		MinimumCellRate. Минимальная скорость передачи ячеек, которая гарантируется сетью.
MFS		MaximumFrameSize. Максимальный размер кадра, разрешенный источнику для работы.
MFR		MinimumFrameRate. Минимальная скорость передачи кадров, которая гарантируется сетью.

АТС – услуги. Услуга DBR предназначена для приложений, требующих постоянной полосы пропускания. Полоса пропускания определяется пиковой скоростью PCR. Услуга DBR не имеет ограничений, связанных с гарантией качества предоставления услуг.

Пользователь услуги SBR определяет среднюю скорость, размер вспышки трафика (SCR/IBT) и пиковую скорость - PCR. Параметр PCR определяется для агрегатного потока ячеек CLP0+1, а SBR/IBT для потока CLP0 или CLP0+1. Если ячейки трафика выходят за рамки контракта на обслуживание, то сеть может их сбросить или пометить как имеющие низший приоритет перегрузки CLP=1 в моменты перегрузки на сети эти ячейки сбрасываются в первую очередь. АВТ определяет блок ATM - ячеек как группу ячеек разделенных ячейкой управления ресурсами ResourceManagement (RM). Параметры трафика соединения согласуются для блока ATM - ячеек и сеть должна обслужить этот блок аналогично тому, как если бы он обслуживался на соедине-

нии с детерминированной битовой скоростью (DBR). Пиковая скорость ячеек для блока называется скоростью блока ячеек BlockCellRate (BCR). Во время установления соединения, пользователь согласует скорость блока ячеек BCR, период пересогласования скорости BCR и среднюю скорость ячеек соединения SCR. Существуют два типа АВТ: АВТ с задержанной передачей АВТ/DT - AvailableBlockTransfer/delaytransfer и АВТ с немедленной передачей AvailableBitRate/ImmediateTransfer (ABR/IT).

Для услуги АВТ/DT пересогласование скорости BCR между пользователем или сетью осуществляется с помощью передачи RM - ячейки содержащей значение BCR для следующего блока. Если сеть может поддержать запрашиваемую скорость, то она возвращает пользователю RM - ячейку с положительным подтверждением. После этого источник может передавать следующий блок АТМ - ячеек на скорости BCR. Услуга АВТ/DT обеспечивает гарантированную поддержку скорости соединения, как на уровне ячеек, так и на уровне блоков. Гарантия на уровне ячеек означает, что внутри блока АТМ - ячейки будут переданы сетью на скорости PCR равной BCR. Гарантия на уровне блока означает, что если скорость потока, соответствует средней скорости - SCR, то сеть должна принять к обслуживанию BCR.

В случае услуги АBR/IT пользователь не дожидается возвращения сетью RM - ячейки с подтверждением, а посылает данные на скорости BCR сразу после передачи в сеть RM - ячейки, содержащей запрашиваемое значение BCR. Если сеть имеет достаточно ресурсов для передачи блока ячеек на скорости BCR, то блок передается, иначе сеть сбрасывает все ячейки блока. Гарантия на уровне ячеек означает, что ячейки внутри блока АТМ - ячеек будут переданы со скоростью PCR равной BCR. Дополнительно пользователи АВТ/IT могут установить бит эластичности (elastic) в RM - ячейках, и тем самым разрешить сети выполнять выравнивание скорости блока ячеек функция выравнивания заключается в приведении вспышки трафика к равномерному трафику таким образом, что среднее значение скорости трафика сохраняется. Гарантия на уровне блока, означает, что когда средняя скорость ячеек не превышают SCR, новое значение BCR должно быть принято с определенным уровнем вероятности доставки. Вероятность также определяется во время установления соединения.

Услуга АBR имеет механизм, позволяющий сети эффективно и пропорционально распределять доступную полосу пропускания между активными источниками нагрузки. Управление трафиком АBR предполагает, что оконечная система, являющаяся источником трафика ограничивает передачу данных скоростью, которая контролируется АТМ - сетью. RM - ячейки периодически вырабатываются источником и передаются вместе с потоком данных. Приемник обрабатывает RM - ячейки и возвращает обратно источнику возвратные RM - ячейки в потоке данных, передаваемом в обратном направлении, от приемника к источнику. АТМ - коммутаторы, установленные на сети, используют текущую информацию о нагрузке для вычисления допустимых скоростей AllowedCellRate (ACR) работы источников нагрузки, и передают ее источнику с помощью возвратных RM - ячеек.

АТМ - коммутаторы используют следующие механизмы оповещения об уровне нагрузки:

- в заголовке каждой ячейки содержится специальный бит ExplicitForwardCongestionIndication (EFCI), который устанавливается (EFCI=1) в случае перегрузки коммутатора, где такие коммутаторы называются двоичными (binary) или EFCI коммутаторами;

- RM ячейки имеют два специальных бита: бит индикации перегрузки CongestionIndication (CI) и бит недопустимости увеличения скорости источника NoIncrease (NI), где коммутаторы, которые используют только этот механизм, называются коммутаторами с маркировкой относительно скорости;

- дополнительно ячейки RM имеют поле для передачи информации о допустимом значении скорости ExplicitRate (ER) источника трафика, где содержимое поля может корректироваться коммутаторами до любого желаемого значения, которые называется коммутаторами с указанием определенного значения скорости ER - коммутаторы. ER - коммутаторы принимают RM - ячейки, корректируют, если необходимо, значение допустимой скорости и передают RM - ячейку следующему коммутатору.

Во время установления соединения, источник ABR согласует с сетью несколько операционных параметров. Во - первых, это максимальная скорость (PCR), с которой источник может передавать ячейки. Источник может также запросить минимальную скорость ячеек (MCR), которая гарантирует источнику минимальную полосу пропускания. Во время фазы передачи данных, скорость, на которой источнику позволено передавать называется разрешенной скоростью передачи (ACR). Разрешенная скорость передачи (ACR) динамически изменяется между минимальной скоростью (MCR) и максимальной (PCR). В самом начале существования соединения и после длительного интервала молчания источника, ACR устанавливается равной значению начальной скорости передачи InitialCellRate (ICR). Режим Виртуальный источник/Виртуальный приемник VirtualSource/VirtualDestination (VS/VD) позволяет разделить длинную петлю обратной связи на несколько более коротких, что сокращает время реакции системы на изменение нагрузки АТМ - сети. Коммутатор VS/VD может вести себя или как виртуальное приемное оконечное устройство или как виртуальное передающее оконечное устройство. Как приемное оконечное устройство он возвращает RM - ячейки источнику принадлежащего тому же сегменту, а как передающее оконечное устройство - вырабатывает RM - ячейки для следующего сегмента.

Услуга GFR распознает границы кадров AAL5 и использует механизм сброса ячеек, составляющих целый кадр. Это позволяет гарантировать минимальную скорость и низкий уровень потерь не на уровне ячеек, а на уровне кадров, что значительно больше соответствует требованиям приложений пользователя кадр AAL5 вмещает в себя, например, IP - пакет, кадр FrameRelay, и т. п.

Библиографический список

1. *Артюшенко, В. М.* Алгоритмы адаптации спутниковой связи по скорости передачи информации земных станций при работе в составе узловой сети

[Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // Естественные и технические науки. – 2014. – № 7 (75). – С. 96–100.

2. *Артюшенко, В. М.* Моделирование скорости передачи информации земных станций при работе в составе узловой сети [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // *AustrianJournalofTechnicalandNaturalsciences*. – 2014. – № 7-8. – С. 96–99.

3. *Артюшенко, В. М.* Оценка требуемой пропускной способности каналов управления в корпоративной сети спутниковой связи с регулируемыми параметрами [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Информационно-технологический вестник*. – 2015. – № 02 (02) – С. 23–29.

4. *Артюшенко, В. М.* Анализ энергетических характеристик линий корпоративной сети спутниковой связи [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Информационно-технологический вестник*. – 2014. – № 01(01). – С. 13–19.

5. *Артюшенко, В. М.* Повышение эффективности систем спутниковой связи путем оптимизации параметров земных станций [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Б.А. Кучеров // *Радиотехника*. – 2015. – № 2. – С. 76-82.

6. *Artyushenko V. M., Volovach V. I.* Threshold method of measurement of extended objects speed of radio engineering devices of short-range detection // *Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014)*. Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014– 2014. KNURE, Kharkov. – PP. 220-223.

7. *Артюшенко, В. М.* Анализ состояния автоматизации распределения средств управления космическими аппаратами [Текст] / В. М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Приволжский научный вестник*. – 2014. – № 3-1 (31). – С. 14-17.

8. *Артюшенко, В.М.* Анализ влияния наращивания группировки космических аппаратов на распределение средств управления [Текст] / В.М. Артюшенко, Б.А. Кучеров // *Приволжский научный вестник*. – 2014. – № 4 (32). – С. 42-45.

9. *Артюшенко, В. М.* Оценка экономической эффективности использования автоматизированной системы распределения средств управления космическими аппаратами в условиях ресурсных ограничений [Текст] / В. М. Артюшенко, Б. А. Кучеров // *Вестник поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика*. – 2013. – № 5 (31). – С. 131–136.

©Н.Н. Теодорович, С.Ю. Галкин, Н.М.Карпова, 2016

УДК 004

А.З. Тулякова *

**Тулякова Алия Загировна, студент*

Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), г. Уфа

aliatulyakova@hotmail.com

Л.П. Фандрова *

** Фандрова Людмила Петровна, к.т.н., доцент*

Уфимский государственный авиационный технический университет (УГАТУ), г. Уфа

fandrova@yandex.ru

ИННОВАТИКА И ИНФОРМАТИКА В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ

Ключевые слова: инновационные разработки, медицина, информационные технологии.

Рассмотрены примеры инновационных продуктов на рынке медицины, этапы и информационные системы их разработки.

Введение. В наши дни многие инновационные проекты в биологии и медицине без преувеличения можно причислить к технологиям будущего. Человечество избавилось от страха перед многими неизлечимыми ранее болезнями. Появились и продолжают появляться новые методики лечения, которые зачастую уже не требуют хирургического вмешательства, долгого восстановления и ухода за больным. Теперь всего за несколько часов можно решить сложнейшую проблему со здоровьем. С помощью современного оборудования врачи легко могут поставить самый сложный диагноз, определить причину заболевания и назначить его лечение [1].

Информационные технологии в инновационных разработках. Одним из этапов разработки инновационного продукта является комплекс опытно-конструкторских работ, который заключается в применении результатов прикладных исследований для создания образцов новой техники, материала и т.п. Опыттно-конструкторские работы являются завершающим этапом исследований, переходом от лабораторных условий и экспериментального производства к промышленному [3]. Исполнителями работ являются творческие коллективы ученых и инженерно-технических работников вузов, университетов, институтов, научно-технических центров. В настоящее время ни одна из разработок этого этапа не обходится без применения автоматизированных информационных технологий. В зависимости от сложности создаваемого продукта, решаемые задачи и применяемые технологии на этой стадии могут различаться [2].

К опытно-конструкторским работам и информационным системам этого этапа могут относиться:

1) Эскизно-техническое проектирование: с помощью систем автоматизированного проектирования CAD (CADD): AutoCAD, Vocab-3D, Allegro, OrCAD.

2) Разработка определенной конструкции инженерного объекта или технической системы – с помощью систем автоматизированного проектирования CAD (CAGD): Allplan, AltiumDesigner, GstarCAD, IronCAD.

3) Разработка идей и вариантов нового объекта – с помощью программных средств SketchUP, Wings, Art of Illusion, Autodesk, CATIA.

4) Разработка технологических процессов – с помощью систем автоматизированного проектирования CAE (CAA), CAM, CAPP.

5) Определение наименования продукта, разработка товарного знака, маркировки и упаковки – с помощью графических редакторов: AdobePhotoshop, AdobeIllustrator, CorelDraw, Spotlight, RasterDesk [4].

Примеры инновационных продуктов в области медицины и биологии

1. Примером такой разработки можно считать систему непрерывного мониторинга глюкозы крови (ГК) iPro2, являющимся простым, удобным и современным средством для непрерывного мониторинга уровня глюкозы. Несмотря на существование на рынке множества различных систем мониторинга разных производителей, данное устройство проводит наиболее точную диагностику и имеет множество функций. Перед тем, как устройство появилось на рынке, было проведено исследование того, насколько системы мониторинга дают точные показатели. Исследования провел Институт Диабетических технологий в Уильяме, Германия. Для его проведения были выбраны 27 различных систем мониторинга глюкозы разных производителей [5]. Исследование состояло из следующих этапов:

1) Выбор исследуемых групп - люди, принимавшие участие в исследовании: взрослые старше 18 лет, страдающие диабетом 1 и 2 типа и пациенты, не страдающие диабетом.

2) Определение целевых значений исследования – из статистики были взяты целевые значения распределения концентрации глюкозы в крови.

3) Определение статистических значений исследования – из БД были взяты значения проведенного анализа крови и эти данные исключались при определенных случаях, например, ошибки обработки данных.

4) Определение результатов – с помощью программного пакета Statistical Analysis for Genetic Epidemiology были определены результаты исследования.

Результаты показали, что все системы мониторинга ГК не отвечают минимальным требованиям к точности стандарта ISO 15197:2003 и ни одна из существующих систем не прошла испытания. В итоге, было решено разработать более эффективное и точное устройство и запустить его на инновационный рынок медицины.

Разработка программного обеспечения CareLink была разделена на следующие ключевые этапы:

- проектирование программного обеспечения;
- реализация программного кода;
- тестирование.

В каждом этапе используются специальные программные средства для разработок.

1) Проектирование программного обеспечения состоит из следующих подэтапов: анализ требований, разработка архитектуры будущего программного кода, разработка устройств основных компонентов программного обеспечения, разработка макетов Пользовательского интерфейса. В ходе проектирования были использованы следующие нотации и программные средства: BPMN (Eclipse, Sybase Power Designer), ER-диаграммы (ErWin), UML (Sybase Power Designer).

2) Реализация программного кода – на данном этапе выполнялась реализация кодирования отдельных компонент программы. Среди средств разработки программного кода были использованы основные виды средств: язык программирования Java, средство создания пользовательского интерфейса MFC, средство получения исполняемого кода MS Visual Studio, средство управления БД MS SQL, отладчик MS Visual Studio.

3) Тестирование программы – проводилась проверка соответствия функциональности разработанной программы первоначальным требованиям, а также выявлялись ошибки, которые появлялись во время работы программы. Для анализа кода профилирования использовался Code Wizard – Parasoft, тестирования функциональности TEST – Parasoft, тестирования производительности QACenter Performance – Compuware [6].

2. Другим примером инновационной разработки в области медицины является информационная система LorHealth, предназначенная для определения заболевания по его симптомам. Ее преимуществом является возможность представлять надежную и полезную информацию о вероятных заболеваниях и их лечению.

В табл.1 показаны этапы и программные средства разработки информационной системы LorHealth [7].

Таблица 1

Этапы разработки ИС LorHealth

№	Наименование этапа работ	Программные средства
1	Эскизный проект	
1.1	Определение общей функциональной и технической архитектур	BPWin, Rational Rose
1.2	Разработка логической модели данных	ERWin, Sybase Power Designer
1.3	Разработка предварительного регламента взаимодействия информационных систем	Sybase Power Designer, AcuaLogic
1.4	Эскизное проектирование процессов ETL	Oracle Data Integrator, IBM WebSphere DataStage, SAP Business Objects Data Integrator
1.5	Эскизное проектирование интерфейсов пользователя	Sybase Power Designer, MFC
2	Технический проект	
2.1	Определение функциональной и	BPWin, ARIS

	технической архитектур	
2.2	Разработка физической модели данных	ERWin, Oracle Warehouse Builder, Informatics PowerCenter
2.3	Разработка регламента взаимодействия информационных систем	Sybase Power Designer, IBM WebSphere DataStage
2.4	Проектирование процессов ETL	Oracle Data Integrator, IBM WebSphere DataStage, SAP Business Objects Data Integrator
2.5	Проектирование интерфейса пользователя	Sybase Power Designer

3. Система записи к врачу Республики Башкортостан (РБ) предназначена для оказания электронных услуг населению в области медицины. Система интегрирована с Республиканской медицинской информационно-аналитической системой РБ, которая охватывает всю сеть медицинских организаций республики, автоматизирует все разделы оказания медицинской помощи для населения и формирует единый банк данных. Благодаря этому у жителей региона есть возможность не только записаться на прием к врачу, но и получить ряд других необходимых медицинских услуг. Работа по развитию Республиканской медицинской информационно-аналитической системы РБ ведется регулярно. Это дает возможность автоматизировать все больше видов деятельности в медицине и расширять список услуг, доступных посетителям сайта rb.k-vrachu.ru. Развитие единого медицинского портала повышает доступность медицинской помощи для населения, сокращает время получения услуг, а также повышает эффективность работы здравоохранения региона [8]. Поскольку система записи к врачу является Единым медицинским порталом РБ, то его разработка состояла нескольких этапов. В табл.2 приведены этапы создания медицинского портала с указанием применяемых информационных технологий.

Таблица 2

Этапы и информационные технологии создания медицинского портала

№	Наименование этапа	Краткое описание	Используемые программные средства
1	Определение целей портала и его позиционирование	Какие задачи должен решать портал, его задачи	—
2	Создание технического задания на разработку	Описание целей создания, структуры, используемых технологий, технических требований к сайту	—
3	Создание дизайн-макета	Создание дизайн страниц будущего веб-сайта	Adobe Creative Cloud, UI Faces, Responsive Sketch Pad

4	Верстка портала	Перевод дизайн-макета на язык HTML	CSS Pre-processor, Adobe Dreamweaver
5	Программирование	Программирование с использованием DHTML, PHP и БД	Coda 2, Browserstack, HTML Reader, MySQL
6	Наполнение сайта информацией	Информация от заказчика размещается на сайте	Human Emulator, textKit, CMS
	Расположение портала в сети Интернет	Расположение файлов сайта на хостинге	—

Заключение. Инновационная деятельность набирает всё новые и новые обороты в разных областях и медицина тому не исключение. Можно сказать, что медицина и биология вдохновляет и направляет информационные технологии, которые, в свою очередь, способствуют бурному развитию самой биологии и медицины.

Библиографический список

1. Инновационные технологии в медицине. 2-3 (5-6) 2015: [Электронный ресурс]. URL: <http://www.recipe.by/izdaniya/>
2. *Башлыкова А.А., Хорев П.Б.* Сервисное сетевое программное обеспечение компьютерных сетей и информационных систем// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013): сб. статей III международной заочной научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. –Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2013. – 233-240 с.
3. *Линн Фостер.* Нанотехнологии. Наука, инновации и возможности: [Электронный ресурс]. 2008. URL: <http://iknigi.net/avtor-linn-foster/63860-nanotehnologii-nauka-innovacii-i-vozmozhnosti-linn-foster.html>
4. Информационные системы ИС. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.itstan.ru/>
5. Исследование: Оценка точности 27 систем мониторинга уровня глюкозы в соответствии со стандартом DIN EN ISO 15197. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.alphamedica.ru/?pId=21&slId=480>
6. iPro2. Руководство пользователя. [Электронный ресурс]. URL: http://betarcompany.ru/files/ipro2_rukovodstvo_pol_zovatelya.pdf
7. Lorhealth.ru. Найти заболевание. [Электронный ресурс]. URL: <http://lorhealth.ru/>
8. Единый медицинский портал Республики Башкортостан. [Электронный ресурс]. URL: <https://rb.k-vrachu.ru/>

© Тулякова А. З., Фандрова Л. П., 2016

УДК 004

Л.П. Фандрова*

Фандрова Людмила Петровна, к.т.н., доцент

Уфимский Государственный Университет (УГАТУ), г. Уфа

fandrova@yandex.ru

А.К. Алекторов*

Алекторов Артем Константинович, студент

Уфимский Государственный Университет (УГАТУ), г. Уфа

don.adnaval@yahoo.com

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОРПОРАТИВНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ИННОВАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Ключевые слова: Корпоративные информационные системы, SAP R/3, инновации, интранет, процесс окраски стеклотарной продукции, модули SAP.

Рассматриваются аспекты генерации и реализации инноваций в компании на основе корпоративных информационных систем (КИС) и технологии Intranet.

Мы живем в быстро меняющемся и совершенствующемся мире, в котором каждый элемент теряет свою первоначальную актуальность уже через несколько дней, а в некоторых случаях, и часов. Эта тенденция замечается во всех сферах экономики, будь то производство оборудования, разработка программного обеспечения, генерация новых видов услуг и т.д. Изменяется спрос потребителей на товар или услугу, происходит выпуск новой флагманской модели оборудования или программного обеспечения компании конкурента, влекущей за собой падение спроса на товары старого поколения – все это требует быстрой реакции, а именно введения инноваций в процессы фирмы, дающие ей новые конкурентные преимущества. В этих условиях каждый предприниматель, руководитель или просто ответственный за какое-либо организационное или функциональное звено сотрудник должен быть готов к осуществлению инновационной деятельности, направленной на получение коммерческой прибыли в условиях своего предприятия.

КИС и Intranet в инновационной деятельности. Большинство современных корпоративных ИС представляют собой структуру, состоящую из единой платформы, объединяющей все используемые на предприятии модули, как-то, финансовый модуль, модуль бухгалтерии, производственный модуль, модуль логистики, складской, модуль работы с клиентами, документацией, персоналом и т.д. Каждый из этих модулей тесно связан с другими, а так же содержит всю информацию, на которой он специализируется и сочетает связанные с ней потоки данных. Например, если это модуль customer relations (CRM), то он будет включать в себя все аспекты взаимодействия с клиентами: от различных бизнес контактов, до продажи, а также обслуживания запросов клиентов. Пример структуры модулей системы SAP R/3 представлен на рисунке 1. Все указанные модули составляют основной набор компонентов КИС SAP R/3, но это не предел его функционала, основным его достоинством явля-

ется высокая степень интеграции со сторонними программными решениями и информационными системами, позволяющими расширить возможности КИС до необходимых пользователю масштабов [1].

Intranet – это внутрикорпоративная сеть, доступ к которой пользователи, в большинстве своем, получают с помощью веб-технологий (браузера обрабатывающего веб-документы). Это не говорит о том, что внутренняя сеть корпорации это сайт, в котором работают все сотрудники. Сайтов может быть и несколько, у каждого отдела, например, свой, и таким образом эти сайты порой являются мощными web-приложениями, интегрирующими ИТ-инфраструктуру компании.

Обе эти технологии – КИС и Intranet – объединяют в себе данные о ресурсах предприятия, которые структурированы и разделены по специализированным разделам, доступ к которым пользователи получают через уникальный интерфейс.

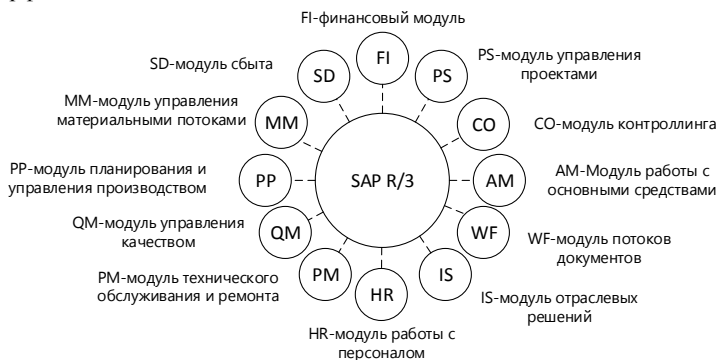


Рис. 1. Структура SAP R/3

Существует множество способов подключения к внутренней сети предприятия. Наиболее распространенным в последнее время стал метод подключения к корпоративному portalу через защищенное соединение, авторизация путем введения индивидуальных данных и уже дальнейшая работа в сети. Данный вид не столь популярен в больших корпорациях, ведь зная данные сотрудника, доступ к корпоративным данным могут с легкостью получить злоумышленники. В этом случае компании используют специальные смарт-карты, которые идентифицируют пользователя во внутренней сети (подтверждают его подлинность) при включении ее в рабочую станцию, данный метод консервативен, но эффективен.

Анализ использования КИС при выполнении инновационного проекта. Для примера выбрана функциональная среда действующего стеклотарного завода, а именно применение инновации в процессе выплавки бутылки и ее последующей покраски.

До текущего момента на заводе производились бутылки трех цветов:

- коричневым;

- зеленый;
- бесцветный (прозрачный);

Данная цветовая палитра достигалась путем смешивания компонентов на этапах выплавки и вполне соответствовала требованиям большинства клиентов и удовлетворяла их потребностям, например для выплавки бутылок для «Heineken», «Российское шампанское», «Шихан» используются именно эти цвета. Но в целях расширения клиентской базы и увеличения масштабов производства был предпринят инновационный проект внедрения нового механизма покраски бутылок в канале питателя, позволяющий окрашивать готовую бесцветную массу, на этапе выхода из печи. Данная инновация значительно расширяет цветовую палитру выпускаемой продукции и позволяет производить бутылки синих, красных цветов и т.д. Процессы окраски до и после внедрения инновации представлены на рисунке 2.

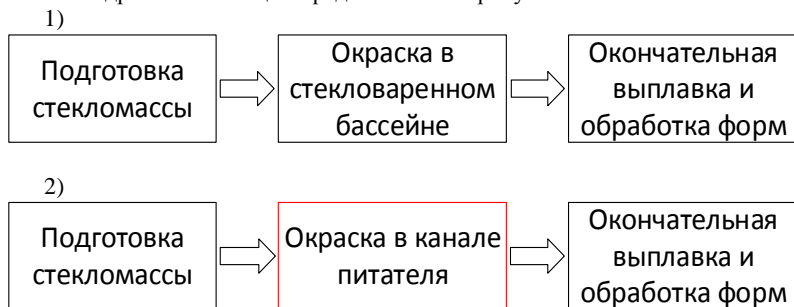


Рис. 2. Процесс окраски до внедрения (1) и после внедрения (2) инновации

На данном заводе функционируют несколько информационных систем, специализирующихся на разных сферах деятельности, но основной является немецкая КИС SAP R/3.

Для начала инновационного проекта руководитель проектной группы назначает ответственных лиц для проведения анализа предметной области (целей и задач проекта, анализа технологических вопросов и т.д.). Именно в этот момент становятся задействованы КИС, откуда берется информация о сотрудниках, технологических картах и т.д. Далее генерируются идеи осуществления поставленных целей (в нашем случае варианты установки канала питателя на конвейере и работа механизмов окраски бутылок) и составляется план предполагаемых работ. Результатом перечисленных работ является сформированный план выполнения проекта, включающий примерное расписание операций и спектр необходимых ресурсов, которые передаются бизнес-аналитикам и менеджерам информационных систем.

Сотрудники, участвующие в организации проекта, приступают к подготовке информационных ресурсов для проекта, извлекая их из системы. Используя модуль CRM (customer relationship management) участники проекта имеют возможность проанализировать текущие потребности клиентов на рынке стеклотарной продукции (рисунок 3). Собрать данные по предполагае-

мым покупателям нового продукта и спрогнозировать его будущие продажи, например, производитель белого-полусладкого вина «Liebfraumilch» использует бутылку синего цвета, что относит его в ряды предполагаемых заказчиков. Также благодаря этому модулю есть возможность произвести анализ фирм конкурентов, работающих в этой области.

Благодаря модулю управления ресурсами, проектные менеджеры получают доступ к полной базе ресурсов, циркулирующих на предприятии. Это данные о компонентах, используемых при выплавке стекломассы, таких как, песок, доломит, сода, глинозем, полевой шпат и их статистические данные (количество имеющихся ресурсов, нормативный расход каждого из них, текущие заказы у поставщиков и т.д.). Попутно могут рассматриваться имеющиеся в модуле данные о поставщиках необходимых ресурсов для анализа возможности заказа новых материалов для нового продукта.



Рис. 3. Использование CRM модуля

Интеграция с модулем снабжения и логистики дает возможность подготовки планов поставки и хранения заказанных ресурсов (ведь он содержит данные обо всех логистических связях стеклотарного завода). Это позволяет проанализировать возможности снабжения производственного процесса будущего продукта всеми необходимыми ресурсами, от стадии подготовки стекломассы, до этапа упаковки готовых бутылок.

Третьим важным модулем, который задействован в выполнении рассматриваемого инновационного проекта является самый технически обеспеченный производственный модуль (PP). Он включает информационную составляющую производственного процесса (данные о производственных мощностях, количестве производимых изделий и т.п.), а также объединяет в себе данные с датчиков, установленных на всех этапах производственной ленты (датчики давления, температуры печей; датчики контроля количества участвующей в процессе стекломассы; считывающие устройства выплавленной продукции и

т.д.). Эти данные позволяют менеджерам проекта оперативно представлять актуальную картину ситуации на производстве и предпринимать соответствующие меры (рисунок 4).

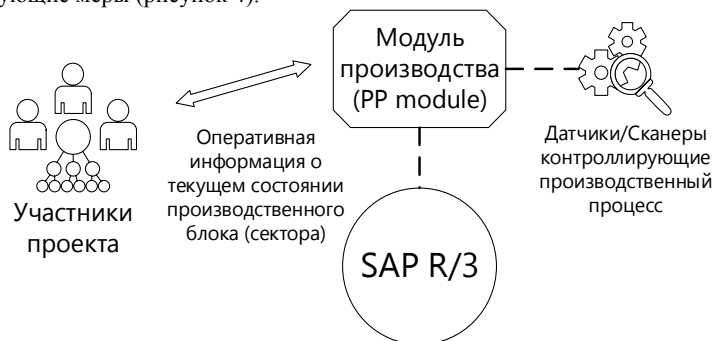


Рис. 4. Использование модуля производства

Модуль документации и документооборота выдает все необходимые данные касательно юридической составляющей проекта (договора, спецификации, акты, их образцы и формы и т.д.).

Следующим модулем, играющим одну из ключевых ролей в организации и внедрении инновационного проекта, является модуль управления проектами. В среде SAP R/3, например, он называется PS module, а в 1C – PM.

Данный системный модуль предназначен и используется, в основном, для планирования крупномасштабных проектов, таких как строительство завода или введение нового производственного сектора, но также может использоваться и для планирования мероприятий меньшего масштаба. Каждый проект независимо от его назначения должен быть точно рассчитан и организован, именно на выполнение этой задачи и направлен весь функционал модуля управления проектами. Он предоставляет пользователю широкий инструментарий для моделирования и организации проекта в течение всего его жизненного цикла. Обладает средствами планирования сроков проекта и его содержания, средствами, которые позволяют структурно декомпозировать все операции и работы, проводимые во время реализации проекта, а также составить календарный план [2].

Во время моделирования, руководитель проекта имеет возможность определить все потоки данных, участвующие в проекте, а также указать и отследить все привлекаемые трудовые, материальные и финансовые ресурсы. Благодаря высокой степени интеграции данного модуля с другими прикладными компонентами системы, модуль имеет постоянный доступ к данным во всех задействованных в проекте подразделениях и предоставляет доступ и получение необходимых данных участниками проекта в любую минуту и с любого доступного устройства. Это позволяет уменьшить затраты и сэкономить время на информирование участников проекта в течение всего жизненного цикла проекта. Благодаря технологии intranet и модулям КИС менеджеры проекта

запускают систему мониторинга, опросов, тестирования и других HR-мероприятий [3].

Заключение. КИС являются ценным источником оперативной и актуальной информации о состоянии и возможностях фирмы, информации, незаменимой при организации и внедрении инновационного проекта.

Библиографический список

1. Главный сайт SAP (<http://go.sap.com/>) «Описание корпоративной информационной системы» информация на 17.02.2016
2. Веб-ресурс SAP-consult (<http://sap-consalt.ru/>) раздел «Описание модулей» (<http://sap-consalt.ru/2010/02/14/osnovnye-moduli-sap/>) информация на 17.02.2016
3. Яницкая Т. С., Пучкова А. Ф. Автоматизация рабочего места менеджера агентства недвижимости// Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015): сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 2 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2015. – 332 с.

© Фандрова Л.П., Алекторов А.К., 2016

УДК 004

Фандрова Л.П.

Фандрова Людмила Петровна, к.т.н., доцент

*Уфимский Государственный Университет (УГАТУ), г. Уфа
fandrova@yandex.ru*

Кириллова Д.Д.

Кириллова Дарья Дмитриевна, студентка

*Уфимский Государственный Университет (УГАТУ), г. Уфа
dd.kirillova@mail.ru*

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СЕРВИСА MIRAPOLISVIRTUALROOM

Ключевые слова: Системы дистанционного обучения, Mirapolis, вебинар, виртуальная комната.

Рассматривается возможность проведения видеоконференций с целью обучения сотрудников, с использованием системы дистанционного обучения MirapolisVirtualRoom.

Что такое Мираполис? Современный этап развития образования очень широко использует дистанционные формы обучения. Существует ряд систем управления и организации дистанционным обучением такие, как: Moodle, LMS, Mirapolis, iMind, WebTutor, Shareknowledge и др.

Система Mirapolis Learning Management System в числе этих программ занимает одно из ведущих мест. Система Мираполис получила широкое распространение в разных отраслевых предприятиях. К примеру, данную систему для обучения персонала давно используют такие компании как ОАО «РЖД», ЗАО «Сбербанк-АСТ», Mail.ru, ООО СК «Цюрих», а также многие российские университеты такие как: РГГУ, УГАТУ и MoscowBusinessSchool.

Данная программа обладает широким спектром функций, обеспечивающих взаимодействие участников процесса обучения. Например, одной из важных функций является возможность проведения вебинаров посредством виртуальных комнат. Анализ особенностей дистанционного обучения показывает, что на сегодняшний день вебинар – одно из наиболее прогрессивных его средств, к которому прибегают люди, «идушие в ногу со временем». Уже сегодня оно прочно входит в нашу жизнь и скоро станет неотъемлемой частью таких уже привычных для нас технологий, как социальные сети, e-mail, Skype и т.д.

Данная предметная область использует множество разнообразных терминов для обозначения схожих (и даже одних и тех же) понятий. Например, вебинар, видео/аудио конференция, тьюториал – это общение с целью обучения в режиме online. Вебинары организываются для того, чтобы оптимально использовать доступное время и пространство, как преподавателей, так и студентов. Таким образом, легко преодолеваются трудности расстояния и различия во времени и выделяется пространство для обучения.

Спикер, тьютор, администратор – могут выступать в качестве ведущего вебинара.

Основные возможности сервиса MirapolisVirtualRoom. Основной возможностью сервиса является возможность создания «идеальной» виртуальной комнаты. При помощи несложных надстроек ведущего может самостоятельно менять интерфейс виртуальной комнаты, а также добавлять или настраивать элементы во время проведения онлайн-мероприятия [1].

Возможность аудио и видео - конференций. Данная функция позволяет активно участвовать всем участникам веб-конференции. Функция кодека h.264 позволяет сэкономить трафик, который во время видеотрансляции мимален.

Чат. Функция чата позволяет во время веб-семинара общаться с участниками видеоконференции. Спикер, руководствуясь сообщениями этики, темы вебинара или ограниченностью во времени, может настраивать отображение сообщений, пропуская для отображения одни сообщения и удаляя другие.

Роли. Настройка ролей и прав дает возможность устанавливать права участников по усмотрению тьютора. К примеру, замена роли слушателя на спикера по ходу проведения мероприятия.

Совместный просмотр. Это возможность просматривать презентации и видео со всеми участниками, открывать несколько документов одновременно, а также использовать лазерную указку и возможность выделения фрагментов. Доступны офисные документы формата: docx, doc, pptx, ppt, xlsx, xls, pdf, рисунки: jpeg, jpg, png, gif, аудио и видео файлы: avi, mov, wmv, flv, mp4.

Демонстрация экрана. Данная функция позволяет показывать участникам свой «рабочий стол» и файлы в ходе объяснений.

Брэндирование – позволяет добавлять свой логотип на страницы описания своих веб-конференций, размещать его в виртуальной комнате и интерфейсе администратора.

Опросы. В процессе вебинара ведущий может предложить ответить на заранее подготовленные тесты. Данные тесты, можно отправить слушателям как вовремя вебинара, так и после видео/аудио конференции.

Отчеты. По итогам вебинаров ведущий может создавать аналитические отчеты по итогам проведенных встреч.

Работа в системе – создана на базе Web-интерфейса, что дает возможность применять ее как внутри организации, так и в удаленном режиме. Высокая доступность, позволяющая пользователям подключаться к вебинару независимо от наличия на пути подключения систем обеспечения безопасности (Прoxy-серверов или Firewall).

Итак, основными достоинствами сервиса Mirapolis Virtual Room можно считать:

1. достаточно простой и понятный интерфейс;
2. гибкую систему настройки;
3. поддержку мобильных возможностей Android и IOS;
4. отличную работу службы поддержки;
5. возможность обучения одному курсу более 1000000 человек.

Недостатки сервиса MirapolisVirtualRoom. Теперь стоит учесть недостатки данного и подобных сервисов в целом [5].

1. Отсутствие эмоциональной связи. Как бы не старался спикер во время проведения вебинара между ним и аудиторией не будет установлена такая же эмоциональная связь, которая появляется в результате живого общения в реальном времени.

2. Вебинар – достаточно новый инструмент для проведения конференций и тренингов, а потому многие преподаватели, теряются перед монитором компьютера, в результате чего пропадает ритм выступления.

3. Часовой порог. Зачастую участники вебинара находятся в различных часовых поясах, а потому если для тренера вебинар начинается в 15.00, то для его слушателей он может проходить в 23.00, что является существенным минусом.

4. Привязка к определенному времени. Большинство вебинаров привязано к определенному времени проведения, что создает ограничения, если вы опаздываете или по каким-либо причинам не можете присутствовать. Записи вебинаров – не столь эффективный инструмент развития.

5. Исходя из полученной аналитики, многие сомневаются в эффективности вебинаров, так как считают, что именно живое присутствие лектора, записьвание его выступлений в тетрадь способствует настоящему обучению.

6. Сложность восприятия. Как известно, читая и слушая, мы запоминаем гораздо меньше, чем, когда выполняем задание или решаем задачу, потому важно быть активным, выполнять задания ведущего, самостоятельно стремиться преобразовывать полученные знания в навыки. У многих пользователей возникают сложности с восприятием информации на слух или с экрана монитора. Также вебинары имеют ограничения в обратной связи для слушателей, в отличие от тренингов.

7. Отсутствие возможности выхода в интернет.

8. Эмоциональная потерянная. Слушатели вебинаров часто отвлекаются, не всегда отслеживают идеи, излагаемые ведущим. А ведущему, даже наблюдая пользователей на экране, трудно уловить эмоциональное настроение и использовать приемы для удержания внимания.

Как применять вебинар для обучения? Для начала работы в виртуальной комнате необходимо зарегистрироваться и оплатить стоимость работы в сервисе или использовать пробную версию, для пробного использования система дает 10 дней [2]. Руководитель сам выбирает количество слушателей и период проведения, в совокупности строится тарифный план. Существует 4 вида тарифного плана на использование вебинаров. Цена тарифа зависит от количества участников видеоконференции (50, 150, 300, 500). Цены варьируются от 2490 до 17990 руб./мес.

После регистрации в системе можно сразу приступить к проведению видеоконференций запланировав мероприятие на определенное время или «начать сейчас» – данная функция позволяет быстро создать мероприятие и войти в виртуальную комнату, пропуская настройку компонентов проведения конференции (все настройки и важные элементы управления всегда доступны в верхней части интерфейса комнаты). На рисунке 1 изображена главная страница сервиса Mirapolis Virtual Room (рис. 1) [3].

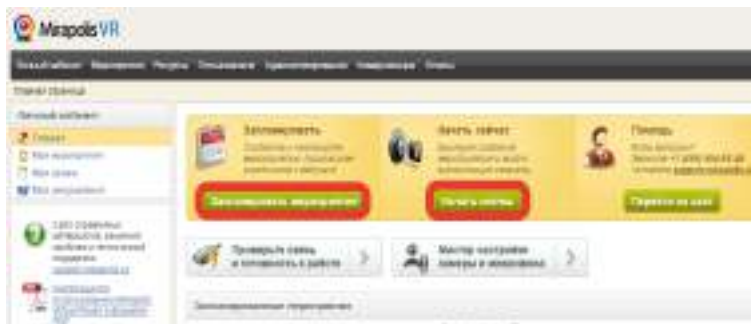


Рис. 1 Главная страница Mirapolis Virtual Room

Сервис Mirapolis Virtual Room имеет широкий функционал, начиная от формирования стиля и цвета текстовых сообщений в чате, заканчивая формированием вида комнаты и распределением ролей участников [4].

Далее схематично будут отображены основные функции сервиса Mirapolis Virtual Room (рис. 2).

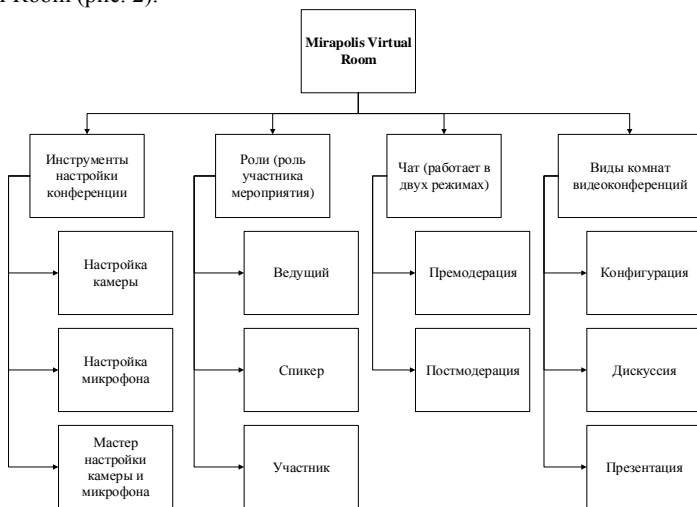


Рис. 2 Функции сервиса

Данные функции необходимы для удобной работы в сервисе, они отвечают абсолютно всем требованиям к современному сервису для проведения вебинаров, кроме того, Virtual Room отличается возможностью настраивать сервис под свои потребности, что удобно при создании собственной «идеальной» видеоконференции.

Заключение Рассмотренный сервис MirapolisVirtualRoom дает большое преимущество отделам образовательной подготовки, обеспечивая уверенность в том, что сегодня учебные заведения предоставляют наилучшие возможности для обучения и обмена знаниями. Вебинары могли бы заменить традиционные классные комнаты и снять еще больше ограничений в пространстве и времени. И наконец, отделы образования могут понять, что вебинары моделируют чистый и эффективный учебный опыт.

Библиографический список

1. Главный сайт Mirapolis Virtual Room. «Основные возможности и характеристики сервиса». Режим доступа: [<http://virtualroom.ru/features/>]
2. Статьи на тему проведения вебинаров. Режим доступа: [<http://virtualroom.ru/webinar-info/>].
3. Платформа. «Работа и тестирование программы». Режим доступа: [<http://virtualroom.ru/>].
4. How to Plan, Setup, and Execute a Successful Webinar. Режим доступа: [<http://www.amazon.com/Virtual-Training-Basics-ASTD/dp/1562867024>]/AccuConference May 16, 2010. 33 с.
5. М. А. Сачко. «Применение информационно-коммуникационных технологий для повышения цитируемости научных публикаций» // Информационные технологии Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2014): сб. статей IV международной заочной научно-технической конференции.

© Кириллова Д.Д., Фандрова Л. П., 2016

УДК 621.396

П.Е. Филатов*

**Филатов Павел Евгеньевич*, старший преподаватель

Уфимский Государственный Университет (УГАТУ), г. Уфа

filatovpe@gmail.com, 8(347) 272-43-84

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭНЕРГОДЕФИЦИТНЫХ МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ КООРДИНИРОВАННОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ СИГНАЛОВ

Ключевые слова: дифференциально-импульсный кодек, многоканальная система передачи, координатор, спектральная плотность мощности, оптимальная линейная система.

Исследуется групповой дифференциально-импульсный кодек, реализуемый по суммирующей и разностной схемам остатков предсказания, позволяющий повысить пропускную способность многоканальных энергодефицитных систем передачи информации.

Задачи построения многоканальных систем связи актуальны, частности, когда речь идёт о энергодефицитных системах передачи информации. Одной из основных задач, связанных с их построением и развитием, является уменьшение энергопотребления при эксплуатации. Для достижения этого существуют различные способы: обновление элементной базы, установка системы динамического энергосбережения, совершенствование антенных устройств. Но они достаточно затратны. Наиболее выгодными являются методы координированного преобразования сигналов, которые позволяют уменьшить требования к вычислительной мощности бортовых вычислителей.

В таких энергодефицитных системах как, спутниковые системы дистанционного зондирования земли, беспилотные летательные аппараты, предназначенные для аэрофотосъемки поверхности земли, мобильная связь, при построении линии связи на передающей и приемной стороне используются преобразователи с дифференциально импульсно-кодовой модуляцией (ДИКМ), которые преобразовывают сигнал для передачи его в линии связи по каждому каналу в отдельности. Метод определения предсказанного значения по квантованному остатку предсказателя положен в основу этих систем.

Во многих исследованиях изучаются одноканальные ДИКМ-кодеки, позволяющие повысить их динамический диапазон с учетом спектральных свойств входных данных и адаптации к различным технологиям передачи данных. Следовательно, возникает необходимость в создании и разработке новых способов оцифровки данных, применяемых для многоканальных энергодефицитных спутниковых систем связи, а также в автономных системах мониторинга. Основная идея группового ДИКМ преобразователя заключается в использовании общего координированного предсказателя по всем каналам многоканальной системы, что позволяет уменьшить скорость работы вычислителя. Это связано с тем, что определение параметров координированного

предсказателя будет происходить для всех каналов многоканальной системы сразу, а не для каждого канала в отдельности [1].

Структурная схема n канального группового ДИКМ кодера, построенного по схеме анализ-синтез, представлена на рисунке 1 (a – ДИКМ – кодера, b – декодера).

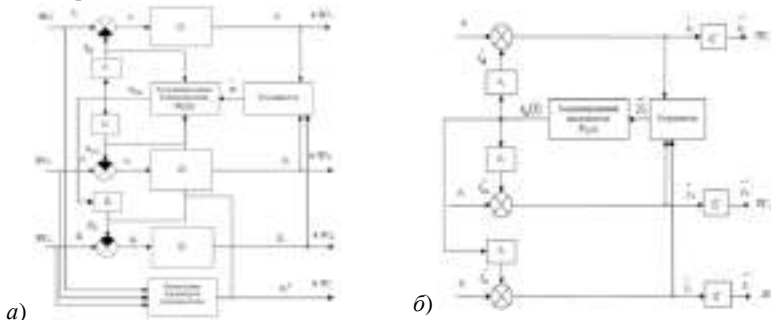


Рис. 1 – Групповой ДИКМ кодек (a – кодер, b – декодер)

Здесь обозначено: s_i – отсчет входного сигнала в момент t_i , s_{pi} – предсказанное значение s_i . Линейный ИКМ (Q_i) i -го канала осуществляет цифровое преобразование разностного сигнала $e_i(t) = s_i(t) - s_{pi}(t)$. Отличительной особенностью группового ДИКМ является использование координированного предсказателя по отношению ко всем n каналам многоканальной системы. Согласно рисунку 1, a на вход координированного предсказателя подается сумма экстраполированных значений оцифрованных сигналов $\tilde{e}_i(t)$ ($i=1..n$) и сумма предсказанных значений соответствующих каналов $s_{pi}(t)$ [2].

$$s_{\text{сум}}(t) = \tilde{e}_i(t) + s_{pi}(t),$$

где $s_{\text{сум}}(t)$ – суммированный сигнал, подаваемый на вход координированного предсказателя.

Сигнал $s_{\text{сум.п}}(t)$ выхода координированного предсказателя перераспределяется с коэффициентами k_i по отдельным (отдельным) входным каналам группового ДИКМ. Отметим, что такой способ позволяет одновременно расширить динамический диапазон канальных сигналов, уменьшить скорость передачи данных и уменьшить время на вычисление сигнала предсказания. Так же передается сигнал e_i^* , который несет в себе вычисленные параметры предсказателя.

Восстановление (получение оценок первичных сигналов \tilde{s}_i) осуществляется в декодере (рисунок 1, б) путём “взвешивания” с коэффициентом k_i координированного сигнала $\hat{s}_{\text{п}\Sigma}(t)$ с выхода предсказателя.

Параметры предсказателя могут передаваться либо по отдельным выделенным каналам, либо по существующим каналам с использованием методов вторичного уплотнения [3]. Точность восстановления исходного сигнала во многом будет определяться качеством работы предсказателя. Блок “Коорди-

натор” позволяет реализовать суммирующую и разностную схемы остатков предсказания. На основе общей структурной схемы ДИКМ кодера разработаны математические модели группового кодера для двух случаев: суммирования и разности остаточных сигналов предсказания. Схема суммирования позволяет уменьшить число предсказателей до одного, а также свести к минимальным значениям величину динамического диапазона (размаха) остаточных сигналов. Схема, построенная по разности остаточных сигналов, позволяет “зафиксировать” величину размаха остаточных сигналов, что упрощает процесс синхронизации канальных сигналов. Оба варианта позволяют снизить скорость передачи данных в канал связи.

Для суммирующей схемы решение задачи синтеза предсказателя происходило на основе проектирования оптимальных линейных систем. Наряду с преимуществами такого кодека, например, он не имеет ограничений по количеству подключаемых к нему каналов, данный кодек обладает рядом недостатков. Первый из них заключается в том, что по мере роста числа входных каналов передачи может увеличиваться динамический диапазон суммарных остатков предсказания, что потребует соответствующего увеличения разрядной сетки бортового вычислителя. Второй недостаток связан с изменением исходных статистических и спектральных свойств сигналов. Это приводит к вариации уровней (или динамического диапазона) разностных сигналов, и соответственно к непостоянству скорости передачи данных (в разных циклах передачи). Здесь также могут возникнуть сложности в организации предварительной обработки данных, например, в каждом цикле обработки необходимо «подстраивать» разрядную сетку аналогово-цифрового преобразователя (АЦП) (делать АЦП адаптивным) и/или соответствующим образом «форматировать» буфер регистров под многоканальный выходной поток. Наряду с перечисленными трудностями могут возникнуть сложности с синхронизацией данных при их приеме в условиях «плавающих» скоростей передачи данных (в разных циклах). С целью преодоления указанных сложностей систему группового ДИКМ можно также построить по разностной схеме остатков предсказания.

Для оценки качества функционирования группового кодера с ДИКМ и наглядности в качестве входных сигналов использовались линейно нарастающие и гармонические процессы. При этом использовались как ортогональные, так и не ортогональные гармонические сигналы с одной и несколькими базовыми частотами, с нулевым средним и/или постоянной составляющей. Некоторые результаты моделирования приведены на рисунке 2. Если амплитуду сигнала подаваемого на вход второго канала взять в два раза больше амплитуды сигналов, подаваемых на вход 1 и 3, а фаза это будет сдвинута относительно двух первых на 1 радиан, то на выходе мы получим некорректно восстановленные сигналы и что бы этого избежать необходимо скорректировать энергетику этих сигналов коэффициентами k_1 , k_2 , k_3 . Из рисунка 2 видно, что динамический диапазон аналогового представления сигнала с выхода экстраполятора в среднем по трем каналам уменьшился на 10,7 дБ.

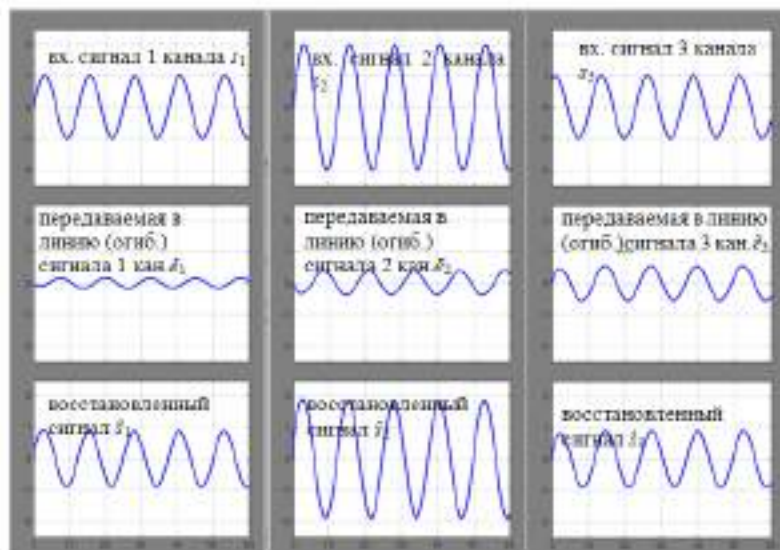


Рис. 2 – Синусоидальный сигнал

На основе метода экспертного анализа был осуществлен анализ эффективности использования группового кодека в спутнике дистанционного зондирования Земли “УГАТУ-SAT2” и построена таблица 1.

Таблица 1

Оценка эффективности систем ОЖК и СПИ

(*Единицы измерения пп.1-3 приводятся в нормированных величинах; $B1$, $B2$ - энергия вычислительных затрат)

№пп		ИКМ	ДИКМ по отдельным каналам	ДИКМ с групповым предсказателем
1	Скорость передачи	1	0,5-0,7	0,3-0,5
2	Помехозащищенность (сигнал/шум)	1	0,7-0,9	0,65-0,85
3	Вычислительные затраты (объем вычислительных операций)	1	>4	>1
4	Общие энергозатраты, Вт	56	28-39,2+B1	16,8-28+B2
5	Интегральная эффективность, %	-	+18-26	+30-42

Использование группового кодека позволяет: снизить скорость передачи данных в 2 раза по сравнению с имеющейся, уменьшить вычислительные затраты по сравнению с использованием ДИКМ по каждому каналу в отдельности. В результате повышается эффективность использования энергоемкости системы, т.е. время автономной работы спутника без подзарядки АКБ может увеличиться до 30 %.

В ходе работы разработан групповой ДИКМ кодек на основе координированного преобразования канальных сигналов. Исследованы математическая модель группового кодека и метод вычисления передаточной функции координированного предсказателя для способов координации с использованием суммирующей и разностной схем формирования остаточных сигналов. Разработан метод оценки статической точности группового кодека с ДИКМ, а также проведено имитационное моделирование группового ДИКМ кодера, один из результатов которого приведен на рисунке 2. Разработка системы передачи информации от оптико-электронного комплекса микроспутника дистанционного зондирования Земли с групповым ДИКМ кодеком и оценки её эффективности.

Библиографический список

1. Кузнецов И.В., Филатов П.Е. Разработка группового кодека с дифференциальной импульсно-кодовой модуляцией сигналов для многоканальных энергодефицитных систем передачи данных [Текст] / Ю. В. Гуляев // Журнал "Радиотехника". – 2015. – № 2 – С.87-91
2. Кузнецов И.В., Филатов П.Е. Об оценке качества группового кодека с дифференциальной импульсно-кодовой модуляцией [Текст] / V Международная заочная научно-техническая конференции «Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015)» / Поволжский государственный университет сервиса, г. Тольятти, – 2015, – с.331-334
3. Кузнецов И.В., Султанов А.Х. Координированное управление динамическими объектами в сложных технических системах [Текст] / Монография; Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. —Уфа: УГАТУ, 2012.–207 с.

© Филатов П.Е. , 2016

УДК 681.513.3

И.С. Холопов***Холопов Иван Сергеевич, к.т.н., доцент,**ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет», г. Рязань**kholopov.i.s@rsreu.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВЫХ И ДЕКАРТОВЫХ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА СО СВЕТОДИОДНЫМИ ИЗЛУЧАТЕЛЯМИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ РЕПЕРНЫХ КЛАСТЕРОВ

Ключевые слова: алгоритм P4P, кластер, SVD-разложение, аффинное преобразование, матрица поворота, углы Эйлера.

Исследована потенциально достижимая погрешность оценивания координат объекта с реперными излучателями различной формы с использованием алгоритма решения задачи P4P. Результаты модельного эксперимента показали, что использование реперного излучателя в виде тетраэдра с основанием в форме правильного треугольника обеспечивает на 8-10 % меньшую погрешность оценивания расстояния до объекта по сравнению с кластером реперных излучателей, используемым в системе автоматической стыковки AVGS.

Трехмерная реконструкция объектов по их видеоизображениям (в том числе построение карт глубины [1]) и последующее сопровождение (трекинг) [2] являются актуальными задачами, решаемыми системами технического зрения.

Постановка задачи. В общем случае задача 3D реконструкции при наличии двух камер с пересекающимися полями зрения (либо одной перемещаемой камеры и двумя перекрывающимися кадрами с нее) решается путем выделения особых точек объекта и поиска их соответствий с помощью дескрипторов, оценки матрицы гомографии [3] и ее последующей декомпозиции согласно [4], [5] или [6], что позволяет оценить матрицу поворота систем координат камер и вектор смещения (трансляции). Оценка однородных 3D координат точки $\mathbf{M} = [X, Y, Z, 1]^T$ по парам соответствующих особых точек с однородными 2D координатами $\mathbf{m}_i = [u_i, v_i, 1]^T$ и $\mathbf{m}_j = [u_j, v_j, 1]^T$ выполняется посредством решения системы линейных алгебраических уравнений [3]:

$$\begin{bmatrix} v_i \mathbf{p}_i^{<3>} - \mathbf{p}_i^{<2>} \\ u_i \mathbf{p}_i^{<3>} - \mathbf{p}_i^{<1>} \\ v_j \mathbf{p}_j^{<3>} - \mathbf{p}_j^{<2>} \\ u_j \mathbf{p}_j^{<3>} - \mathbf{p}_j^{<1>} \end{bmatrix} \mathbf{M} = \mathbf{0},$$

где \mathbf{P}_i – матрица проекции i -й камеры, $\mathbf{p}_i^{<j>}$ – j -я строка матрицы \mathbf{P}_i , $i = \overline{1, 2}$, $\mathbf{0} = [0, 0, 0, 0]^T$.

Однако при наблюдении малоконтрастных объектов и/или в условиях низкой освещённости эффективность алгоритмов 3D реконструкции, основанных на поиске особых точек, снижается [7]. По этой причине для оценки 3D координат используют методы, позволяющие упростить выделение особых (характерных) точек: либо системы подсвета, формирующие на объекте или поверхности совокупность ярких точек [8], либо расположенные на объекте или поверхности светоизлучающие метки (реперы), объединяемые в кластеры специальной формы [9].

Для решения задачи определения пространственных координат объекта по информации от одной камеры необходим как минимум один кластер с количеством реперных излучателей $n \geq 4$, не лежащими на одной прямой. В системах автоматической стыковки Advanced Video Guidance Sensor (AVGS) и Next Generation Advanced Video Guidance Sensor (NGAVGS) используется кластер из 4-х светоотражающих реперов [10, 11], три репера которого в проекции на плоскость основания расположены на одной линии, причем центральный вынесен относительно этой плоскости (рис. 1, а). В системах дополненной и виртуальной реальности чаще используются кластеры с расположением реперных излучателей в вершинах тетраэдров [9], проекция вершины которых попадает внутрь основания тетраэдра. При этом полагают, что в начальный момент времени ориентация тетраэдра всегда такова, что позволяет по полученному изображению однозначно идентифицировать его реперные точки (для рис. 1, б) при малых углах между оптической осью камеры и нормалью к плоскости реперов 1, 2 и 3 можно условно выделить «центральный», «верхний», «левый» и «правый» реперы).

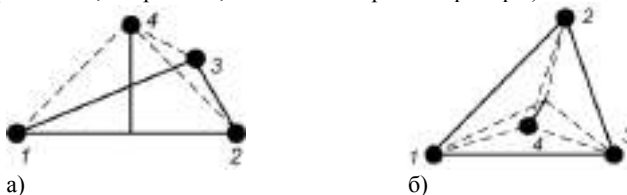


Рис. 1. Варианты взаимного расположения реперных излучателей:

- а) кластер системы AVGS;
 б) кластер в форме ортоцентрического тетраэдра с основанием в форме правильного треугольника

Цель работы: исследование погрешности определения декартовых и угловых координат объекта в зависимости от формы кластера.

Алгоритмы P4P. При компенсации дисторсионных искажений, характерных для объектива реальной камеры, однозначное аналитическое решение задачи восстановления 3D координат точек $\mathbf{M}_i = [X_i, Y_i, Z_i, 1]^T$ по их изображениям $\mathbf{m}_i = [u_i, v_i, 1]^T$ (рис. 2), $i = \overline{1, n}$, $n \geq 3$, обеспечивают алгоритмы PnP (Perspective- n -Point) [12]. Применение алгоритма P4P позволяет получить одно-

значное аналитическое решение для $n = 4$ путем решения системы из шести нелинейных уравнений:

$$\begin{aligned}
 s_1^2 + s_2^2 - 2\cos\alpha_{12}s_1s_2 &= R_{12}^2, \\
 s_1^2 + s_3^2 - 2\cos\alpha_{13}s_1s_3 &= R_{13}^2, \\
 s_1^2 + s_4^2 - 2\cos\alpha_{14}s_1s_4 &= R_{14}^2, \\
 s_2^2 + s_3^2 - 2\cos\alpha_{23}s_2s_3 &= R_{23}^2, \\
 s_2^2 + s_4^2 - 2\cos\alpha_{24}s_2s_4 &= R_{24}^2, \\
 s_3^2 + s_4^2 - 2\cos\alpha_{34}s_3s_4 &= R_{34}^2,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где α_{ij} – углы между векторами, проведенными из начала системы координат камеры в точки \mathbf{M}_i и \mathbf{M}_j , s_i – декартово расстояние от начала системы координат камеры до точки \mathbf{M}_i (если система координат камеры принята за основную, то $s_i = \|\mathbf{M}_i\|$), $\cos\alpha_{ij} = \mathbf{m}_i \mathbf{m}_j / (\|\mathbf{m}_i\| \|\mathbf{m}_j\|)$, $R_{ij} = \|\mathbf{M}_{0i} - \mathbf{M}_{0j}\|$, $\mathbf{M}_{0i} = [X_{0i}, Y_{0i}, Z_{0i}, 1]^T$ – априорно известные однородные 3D координаты реперных точек 1-4 в системе координат кластера, $i, j = \overline{1, 4}$, $\|\cdot\|$ – два-норма вектора. Система уравнений (1) может иметь до восьми действительных решений для 3D координат каждого репера $\mathbf{M}_i^{(k)}$, $k = \overline{1, 8}$, из которых выбирается комбинация, минимизирующая ошибку репроекции:

$$\text{err} = \sum_{i=1}^4 \|\mathbf{m}_i - \mathbf{P}\mathbf{M}_i\|^2 \rightarrow \min.$$

При использовании системы координат камеры в качестве основной для матрицы проекции \mathbf{P} справедливо:

$$\mathbf{P} = [\mathbf{K} \mid \mathbf{0}_{3 \times 1}],$$

где \mathbf{K} – матрица внутренних параметров камеры, $\mathbf{0}_{3 \times 1} = [0, 0, 0]^T$.

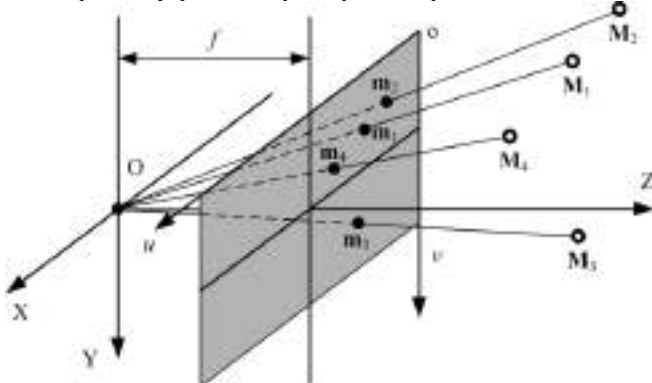


Рис. 2. Геометрическая постановка задачи оценивания 3D координат реперов кластера

Символом f на рис. 2 обозначено фокусное расстояние объектива камеры.

Оценка угловых и декартовых координат объекта. По априорно известным 3D координатам $\mathbf{M}_{0i} = [X_{0i}, Y_{0i}, Z_{0i}, 1]^T$ и оцененным с помощью алго-

ритма $P4P$ координатам $\mathbf{M}_i = [X_i, Y_i, Z_i, 1]^T$ можно оценить матрицу поворота \mathbf{R} и вектор трансляции \mathbf{t} [13, 14]:

$$\mathbf{R} = \mathbf{U} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & \det(\mathbf{UV}^T) \end{pmatrix} \mathbf{V}^T, \quad (2)$$

$$\mathbf{t} = \overline{\mathbf{M}}_0 - \mathbf{R}\overline{\mathbf{M}},$$

где $\overline{\mathbf{M}}_0 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{M}_{0i}$, $\overline{\mathbf{M}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \mathbf{M}_i$. Матрицы \mathbf{U} и \mathbf{V} получаются в результате SVD-разложения матрицы кросс-корреляции $\mathbf{H} = \mathbf{USV}^T$, $\mathbf{H} = \sum_{i=1}^n \mathbf{M}_{0ci} \mathbf{M}_{ci}^T$, $\mathbf{M}_{0ci} = \mathbf{M}_{0i} - \overline{\mathbf{M}}_0$, $\mathbf{M}_{ci} = \mathbf{M}_i - \overline{\mathbf{M}}$. Умножение на вспомога-

тельную диагональную матрицу в (2) необходимо для того, чтобы матрица \mathbf{R} являлась матрицей поворота и имела определитель $|\mathbf{R}| = 1$ (в некоторых случаях [13] матрица \mathbf{UV}^T может иметь определитель $|\mathbf{UV}^T| = -1$ и, следовательно, описывать не являющееся аффинным преобразование вращения и зеркального отражения относительно оси Z , т.е. не являться матрицей поворота). Углы Эйлера могут быть извлечены из матрицы поворота \mathbf{R} :

$$\varphi = \text{atan2}(-R_{31}, R_{11}), \quad \theta = \arcsin(R_{21}), \quad \psi = \text{atan2}(-R_{23}, R_{22}),$$

где φ , θ и ψ – соответственно курс, тангаж и крен, R_{ij} , $i, j = \overline{1, 3}$, – элементы матрицы \mathbf{R} . В особых точках ($\theta = \pm 90^\circ$) курс вычисляется по формуле:

$$\varphi = \text{atan2}(-R_{13}, R_{33}).$$

Результаты модельного эксперимента. Для исследования потенциально достижимой погрешности оценивания угловых и пространственных координат в Mathcad была составлена математическая модель, в которой задавались геометрические размеры кластера, матрица внутренних параметров камеры, погрешность оценивания пиксельных координат центра светового пятна репера на изображении и аффинные преобразования над кластером (поворот и перенос). Результаты моделирования при расстоянии до центра масс кластера d и ля погрешности оценивания 2D координат реперов, равномерно распределенной на интервале $[-0,5; 0,5]$ пикселя, приведены на рис. 3 и 4. Зависимости получены путем усреднения результатов $N = 1000$ статистически независимых экспериментов для кластеров вида рис. 1, а) с основанием в форме правильного треугольника с длиной стороны $D = 2$ дм и высотой вынесенной точки $V = 0,5$ дм и ортоцентрического тетраэдра вида рис. 1, б) с основанием в виде правильного треугольника с длиной стороны D и высотой центрального репера V .

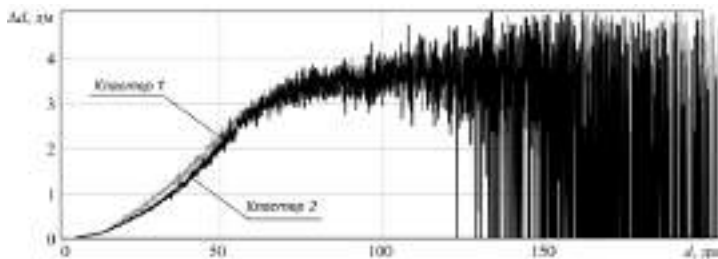


Рис. 3. Абсолютная погрешность оценивания расстояния до кластера

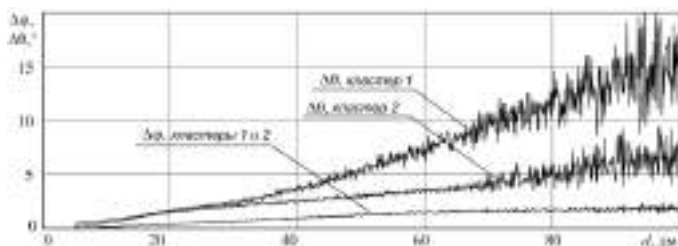


Рис. 4. Абсолютная погрешность оценивания угловой ориентации объекта (курс и тангаж) относительно кластера

Из полученных результатов моделирования следует, что на дальностях $d < 20D$ использование кластера вида рис. 1, б) обеспечивает до 10 % меньшую погрешность оценивания расстояния до объекта d и до двух раз меньшую погрешность оценивания тангажа по сравнению с кластером реперных излучателей вида рис. 1, а). При этом на больших дальностях ($d > 30D$) использование алгоритма P4P с одним кластером не целесообразно, поскольку пиксельное расстояние между изображениями реперов становится сравнимым со среднеквадратическим отклонением шума модели.

Библиографический список

1. Франц В.А. Трекинг с использованием карт глубины / В.А. Франц, В.В. Воронин, В.И. Марчук, Р.А. Сизякин // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2012): сб. статей II международной заочной научно-технической конференции. Часть 3. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2012. – С. 319-323.

2. Зейналов Р.Ш. Оценка траектории движения объекта с использованием инфракрасных маркеров / Р.Ш. Зейналов, А.А. Якубенко, А.С. Коцушин: материалы 14-й междунар. конф. «Цифровая обработка сигналов и ее применение – DSPA-12», Т. 2. – М.: ИПУ РАН, 2012. – С. 267-271.

3. *Hartley R.* Multiple View Geometry in Computer Vision / *R. Hartley, A. Zisserman*: 2nd edition. – Cambridge: Cambridge University Press, 2003. – 656 p.
4. *Faugeras O., Lustman F.* Motion and structure from motion in a piecewise planar environment / *O. Faugeras, F. Lustman* // International J. of Pattern Recognition and Artificial Intelligence. – 1988. – Vol. 2, No. 3. – P. 485-508.
5. *Zhang Z.* 3D Reconstruction based on homography mapping / *Z. Zhang, A.R. Hanson*: Proc. of ARPA'96. – 1996. – P. 1007-1012.
6. *Malis E.* Deeper understanding of the homography decomposition for vision-based control / *E. Malis, M. Vargas* // Technical report. – INRIA, 2007.
7. *Муратов Е.П.* Построение виртуальной модели местности с помощью системы стереозрения / *Е.П. Муратов* // Техническое зрение в системах управления-2015: тез. докл. – М.: ИКИ РАН, 2015. – С. 64-65.
8. *Саблина В.А.* Отслеживание точек лазерного подсвета на последовательности изображений калибровочного объекта / *В.А. Саблина, К.А. Беляева* // Вестник РГРТУ. – 2015. – № 54, Ч. 2. – С. 39-44.
9. *Pintaric T.* Affordable Infrared Optical Pose Tracking for Virtual and Augmented Reality / *T. Pintaric, H. Kaufmann* // Proc. of Trends and Issues in Tracking for Virtual Environments Workshop, IEEE VR 2007.
10. *Howard R.T.* Advanced Video Guidance Sensor (AVGS) development testing / *R.T. Howard, A.S. Johnston, T.C. Bryan, M.L. Book*. // Spaceborne Sensors: Proc. of SPIE, Vol. 5418. – Bellingham, 2004. – P. 50-60.
11. *Bryan T.C.* Next Generation Advanced Video Guidance Sensor / *T.C. Bryan, R.T. Howard, J.E. Johnson* // Aerospace Conference: Proc. of IEEE-AIAA. – Big Sky, 2008. – P. 1-8.
12. *Chou S.-C.* Complete Solution Classification for the Perspective-Three-Point Problem / *S.-C. Chou, X.-S. Gao* // IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2003. – Vol. 25, No. 8. – P. 930-943.
13. *Umeyama S.* Least-Squares Estimation of Transformation Parameters Between Two Point Patterns / *S. Umeyama* // IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 1991. – Vol. 13, Is. 4. – P. 376-380.
14. *Faugeras O.* Three-Dimensional Computer Vision: a Geometric Viewpoint / *O. Faugeras*. – MIT Press, 1993. – 662 p.

© Холопов И.С. , 2016

УДК 681.3.067

П.Б. Хорев*

**Хорев Павел Борисович, к.т.н., доцент, профессор*

Национальный исследовательский университет «МЭИ» (НИУ «МЭИ»), г. Москва.

pbkh@yandex.ru; 8(903)232-59-73

НОВЫЕ РОССИЙСКИЕ СТАНДАРТЫ СИММЕТРИЧНОГО ШИФРОВАНИЯ И ВОПРОСЫ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ

Ключевые слова: симметричные блочные шифры, функция шифрования, режимы блочного шифрования, программная реализация алгоритмов шифрования.

Рассмотрены вопросы, связанные с введением новых российских стандартов на алгоритмы симметричного блочного шифрования и режимы блочного шифрования, а также программной реализацией новых криптоалгоритмов.

С 1990 г. в нашей стране действует государственный стандарт на алгоритм криптографического преобразования [1], известный как ГОСТ 28147-89. Определенный в данном стандарте алгоритм является алгоритмом симметричного блочного шифрования и относится к категории шифров, использующих сеть Фейстела [2, 3].

Алгоритм, определенный в ГОСТ 28147-89, оперирует блоками длиной 64 бит, использует ключ длиной 256 бит, а количество раундов (итераций) сети Фейстела составляет 32. Длина ключа и вид криптографического преобразования, выбранные разработчиками ГОСТ 28147-89, обеспечивают необходимую криптостойкость данного алгоритма шифрования до настоящего времени и в ближайшем будущем.

Основной шаг (основная функция) криптографического преобразования алгоритма ГОСТ 28147-89 включает в себя арифметическое сложение по модулю 2^{32} полублока длиной 32 бита и ключа раунда (итерационного ключа) той же длины, блок подстановки и циклический сдвиг влево на 11 бит. Каждый ключ раунда длиной 32 бита является элементом основного ключа длиной 256 бит, который рассматривается как массив из 8 элементов.

В ГОСТ 28147-89 определены три режима шифрования – простой замены, гаммирования и гаммирования с обратной связью – и дополнительный режим выработки имитовставки, который может использоваться совместно с одним из режимов шифрования для обеспечения целостности шифротекста.

Особенностью алгоритма ГОСТ 28147-89 является то, что таблицы блока подстановки (узлы замен) являются секретными элементами и поставляются в установленном порядке. Как правило, узлы замен являются долговременным параметром, общим для определенной группы пользователей. В ГОСТ Р 34.11-94 [2] отмененном с 1 января 2013 г. российском стандарте вычисления криптографической хеш-функции [3] приводятся тестовые узлы замен с рекомендацией использовать их только в указанных проверочных примерах. Эти

узлы замен также описаны в [4]. Еще один вариант узлов замен определен Техническим комитетом по стандартизации «Криптографическая защита информации» (ТК 26) Росстандарта и рекомендуется отечественным разработчикам [5].

Главным недостатком алгоритма, определенного в ГОСТ 28147-89, считается его неполнота в части генерации ключей и узлов замен. У данного криптоалгоритма, как и у других алгоритмов симметричного шифрования, существуют «слабые» ключи и узлы замен [6], но в стандарте не описываются критерии выбора и отсева «слабых» ключей и параметров блока подстановки. Хотя секретность узлов замен и может обеспечить дополнительную криптостойкость шифра, она же может породить проблемы с невозможностью оценки криптостойкости алгоритма шифрования, несовместимостью реализаций алгоритма от различных производителей, возможностью использования «слабых» узлов замен даже в сертифицированных программно-аппаратных средствах.

Программные реализации ГОСТ 28147-89 доступны как в виде готовых приложений, так и в виде библиотек, которые могут использоваться разработчиками программных средств [7]. Продолжаются работы по созданию более эффективных программных реализаций алгоритма ГОСТ 28147-89 [8].

С 1 января 2016 г. введены в действие два новых стандарта – ГОСТ Р 34.12-2015 [9] и ГОСТ Р 34.13-2015 [10]. Но при этом стандарт 28147-89 не отменен.

В стандарте ГОСТ Р 34.12-2015 определены два алгоритма симметричного блочного шифрования, одним из которых является алгоритм блочного шифрования с длиной блока $n = 64$ бит, совпадающий с базовым алгоритмом шифрования в ГОСТ 28147-89. Ссылаться на этот алгоритм можно как на блочный шифр «Магма» («Magma»). Используемые в этом алгоритме подстановки совпадают с таблицей блока подстановки, рекомендованными ТК 26 Росстандарта. Благодаря фиксации блоков подстановки данный алгоритм приобретает важную особенность – становится максимально унифицированным, что позволяет исключить использование «слабых» блоков и обеспечить совместимость реализаций алгоритма, выполненных различными производителями.

Также в ГОСТ Р 34.12-2015 определен алгоритм блочного шифрования с длиной блока $n = 128$ бит, использующий ключ длиной 256 бит и 10 раундов (итераций) криптографического преобразования. На этот алгоритм ссылаться можно как на блочный шифр «Кузнечик» («Kuznyechik»). Тип нового шифра определяется как «подстановочно-перестановочная сеть» или SP (Substitution-Permutation)-сеть. Такой же тип имеет и шифр AES, широко используемый в зарубежных программных средствах (операционной системе Microsoft Windows, пакете офисных приложений Microsoft Office и др.). В отличие от AES шифр «Кузнечик» ГОСТ Р 34.12-2015 не предполагает использования ключей длиной 128 и 192 бита. Длина блока в 128 бит должна обеспечить дополнительную криптостойкость шифра.

Основной шаг криптографического преобразования в шифре «Кузнечик» включает побитовое сложение по модулю 2 блока из 128 бит и итерационного ключа, блока подстановки (нелинейного преобразования) и блока линейного

преобразования. В отличие от шифра AES линейное преобразование может быть реализовано не только с помощью матрицы, но и с помощью линейного регистра сдвига с обратной связью, который создается над полем Галуа на основе неприводимого многочлена степени 8 [11].

Итерационные ключи длиной 128 бит каждый получают в шифре «Кузнечик» также иначе, чем в шифре AES. Первый ключ K_1 образуют старшие 128 бит основного ключа длиной 256 бит, а ключ второго раунда K_2 – младшие 128 бит основного ключа. Следующие итерационные ключи генерируются с помощью сети Фейстела:

для каждого $i = 1, 2, 3, 4$ (K_{2i+1}, K_{2i+2}) = $F [C_{8(i-1)+8}] \dots F [C_{8(i-1)+1}](K_{2i-1}, K_{2i})$, где

$C_i, i = 1, 2, \dots, 32$ – итерационные константы длиной 128 бит,

F – конечное поле Галуа над многочленом степени 8, элементы которого представляются целыми числами.

$F [k] (a_1, a_0) = (\text{LSX}[k] (a_1) \oplus a_0, a_1)$,

LSX – алгоритм основного шага криптографического преобразования шифра «Кузнечик».

В отличие от алгоритма шифрования ГОСТ 28147-89 режимы блочного шифрования шифров «Магма» и «Кузнечик» определены в отдельном стандарте ГОСТ Р 34.13-2015. Необходимость разработки данного стандарта объясняется в его тексте потребностью в определении режимов работы блочных шифров, соответствующих современным требованиям к криптографической стойкости.

В ГОСТ Р 34.13-2015 определены пять (а не три как в ГОСТ 28147-89) режимов шифрования \square простой замены, гаммирования, гаммирования с обратной связью по выходу, простой замены с зацеплением, гаммирования с обратной связью по шифротексту – и дополнительный режим выработки имитовставки. Режим простой замены ГОСТ Р 34.13-2015 не отличается от одноименного режима ГОСТ 28147-89. Режим гаммирования ГОСТ Р 34.13-2015 отличается от одноименного режима ГОСТ 28147-89 способом формирования гаммы шифра. Режим выработки имитовставки в ГОСТ Р 34.13-2015 также отличается от аналогичного режима в ГОСТ 28147-89:

при вычислении значения имитовставки используются два вспомогательных ключа, которые определяются с использованием основного ключа, имеют длину, равную длине блока базового алгоритма блочного шифрования (т.е. 64 или 128 бит), и генерируются по специальному алгоритму;

длина имитовставки является параметром данного режима шифра, но не может быть больше длины блока.

Режимы гаммирования с обратной связью по выходу и гаммирования с обратной связью по шифротексту аналогичны режимам Output Feedback (OFB) и Cipher Feedback (CFB) соответственно, которые были определены еще для алгоритма DES [3]. Режим гаммирования с обратной связью по шифротексту в ГОСТ Р 34.13-2015 похож на режим гаммирования с обратной связью в ГОСТ 28147-89, но предполагает использование двоичного регистра сдвига длины, не меньшей длины блока. Параметрами этих двух режимов в ГОСТ Р 34.13-

2015 являются длина регистра сдвига и величина сдвига влево содержимого этого регистра после его шифрования.

Режим простой замены с зацеплением в ГОСТ Р 34.13-2015 также использует двоичный регистр сдвига, длина которого является параметром данного режима и должна быть кратна длине блока шифра. Длина данных, зашифровываемых в режиме простой замены с зацеплением, должна быть кратна длине блока базового алгоритма блочного шифрования, поэтому, при необходимости, к исходному сообщению должна быть предварительно применена процедура дополнения. Величина сдвига влево регистра сдвига равна длине блока шифра.

По мнению экспертов ТК 26 [12] в настоящее время для шифрования наиболее широкое практическое распространение получили режимы гаммирования и простой замены с зацеплением.

Несмотря на небольшое время, прошедшее с момента опубликования и введения в действие новых стандартов на алгоритмы и режимы блочного шифрования, уже появились работы, посвященные их анализу [13], а также открыто распространяемые программные реализации [14]. В стандартах ГОСТ Р 34.12-2015 и ГОСТ Р 34.13-2015 для разработчиков приведены контрольные примеры, которые могут использоваться при тестировании разработанных программных средств.

В связи с программами импортозамещения следует ожидать увеличения доли отечественных программных средств, в том числе и криптографических. Использование только прошедших в установленном порядке процедуру оценки соответствия (сертификации) средств защиты информации, в том числе шифровальных (криптографических) средств, необходимо для защиты сведений, составляющих государственную тайну, персональных данных граждан и в некоторых других случаях (например, в платежных картах, используемых операторами платежных систем [15]). Поэтому в иных случаях обладатель конфиденциальной информации может самостоятельно выбирать средства ее защиты. Например, с помощью криптографических средств, реализующих алгоритмы электронной подписи и шифрования, может быть обеспечена защита прав на объекты интеллектуальной собственности, в том числе программных средств, созданных в результате выполнения научно-исследовательских работ [16].

Программная реализация алгоритмов, определенных в новых российских стандартах на блочные шифры и режимы блочного шифрования, может быть облегчена за счет того, что основной шаг криптографического преобразования шифра «Магма» из ГОСТ Р 34.12-2015 совпадает с аналогичной частью алгоритма ГОСТ 28147-89. Поэтому разработчики могут воспользоваться модулями (функциями), реализующими эту часть алгоритма ГОСТ 28147-89 в существующих программных реализациях.

Хотя стандарт 28147-89 продолжает действовать в полном объеме, включая и определенные в нем режимы блочного шифрования, вновь создаваемые программные реализации российских криптоалгоритмов должны, очевидно, использовать стандарты ГОСТ Р 34.12-2015 и ГОСТ Р 34.13-2015. Преимущественно должен реализовываться шифр «Кузнечик», использующий соответ-

ствующие международным стандартам длину блока 128 бит и режимы блочного шифрования.

Библиографический список

1. *ГОСТ 28147-89*. Системы обработки информации. Защита криптографическая. Алгоритм криптографического преобразования. – М.: ИПК Издательство стандартов, 1996. – 28 с.

2. *Баричев С.Г., Гончаров В.В., Серов П.Е.* Основы современной криптографии: учебное пособие. ☐ М.: Горячая линия ☐ Телеком, 2002. ☐ 175 с.

3. *Хорев П.Б.* Методы и средства защиты информации в компьютерных системах: учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 256 с.

4. *RFC 4357*. Additional Cryptographic Algorithms for Use with GOST 28147-89, GOST R 34.10-94, GOST R 34.10-2001, and GOST R 34.11-94 Algorithms [Электронный ресурс]. ☐ Режим доступа: <https://tools.ietf.org/html/rfc4357> (дата обращения: 11.03.2016).

5. *Системы обработки информации*. Защита криптографическая. Рекомендации по стандартизации. Задание узлов замены блока подстановки алгоритма шифрования ГОСТ 28147-89. – М.: Технический комитет 026 «Криптографическая защита информации», 2013. – 5 с.

6. *Ростовцев А.Г., Маховенко Е.Б., Филиппов А.С., Чечулин А.А.* О стойкости ГОСТ 28147-89 // Проблемы информационной безопасности. Компьютерные системы. №2, 2003. ☐ С. 75-83.

7. *Хорев П.Б.* Классы для дополнительных криптографических алгоритмов и их использование в приложениях на языке С# // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013): сб. ст. III Международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2013. – С. 358–364.

8. *Смышляев С.В., Алексеев Е.К., Прохоров А.С.* ГОСТ 28147-89: «Не спешите его хоронить». Часть 2. Эффективные реализации алгоритма [Электронный ресурс]. ☐ Режим доступа: <http://www.cryptopro.ru/blog/2015/01/14/gost-28147-89-ne-speshi-ego-khoronit-chast-2-effektivnye-realizatsii-algoritma> (дата обращения: 11.03.2016).

9. *ГОСТ Р 34.12-2015*. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Блочные шифры. – М.: Стандартинформ, 2015. – 21 с.

10. *ГОСТ Р 34.13-2015*. Информационная технология. Криптографическая защита информации. Режимы работы блочных шифров. – М.: Стандартинформ, 2015. – 38 с.

11. *В ГОСТе сидел «Кузнецик»* [Электронный ресурс]. ☐ Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/266359/> (дата обращения: 11.03.2016).

12. *Бондаренко А., Маршалко Г., Шишкин В.* ГОСТ Р 34.13–2015: стандарт строгого режима // Information Security / Информационная безопасность. №5, 2015. – С. 36-39.

13. *Кутузов А.В., Парнакян А.А., Поспелов П.А.* Сравнительный анализ некоторых блочных алгоритмов шифрования // Современная техника и техноло-

гии. № 1, 2016 [Электронный ресурс]. ☒ Режим доступа: <http://technology.snauka.ru/2016/01/9292> (дата обращения: 11.03.2016).

14. *Open-source реализации отечественных криптоГОСТов* [Электронный ресурс]. ☒ Режим доступа: <https://habrahabr.ru/post/273055/> (дата обращения: 11.03.2016).

15. *Бродская М.* Новогодний сюрприз ФСБ России: обновление стандартов криптографии. // *BIS Journal – Информационная безопасность банков* [Электронный ресурс]. ☒ Режим доступа: <http://www.journal.ib-bank.ru/news/4605> (дата обращения: 11.03.2016).

16. *Седов В.А., Седова Н.А.* Интеллектуальная система управления движением робота, движущегося по линии // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013): сб. ст. III Международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2013. – С. 276–281.

© *Хорев П.Б.*, 2016

УДК 681.51

С. Цой*

**Сиа Цой*

Шэньянский университет химических технологий,

г. Шэньян, КНР.

laa_laa@mail.ru

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО МОДУЛЯ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ

Ключевые слова: переходной процесс, теория управления, метод Акульшина амплитудно-фазовая характеристика.

Описываются математические методы построения переходных процессов адаптированные для алгоритмизации и дальнейшего использования в лабораторном практикуме по дисциплине «Основы теории управления».

При проведении лабораторного практикума по дисциплине «Основы теории управления» перед студентами ставится следующие задачи: исследовать характеристики типовых динамических звеньев, провести анализ устойчивости и качества линейных систем управления, дать оценку системе управления и изучить параметрический синтез линейных систем управления [1, 2, 3].

Построение переходных характеристик (рис. 1) является одним из основных факторов оценки системы управления, так как позволяет определить основные показатели качества управления системы, такие как: величина перерегулирования, время регулирования и степень затухания [4].

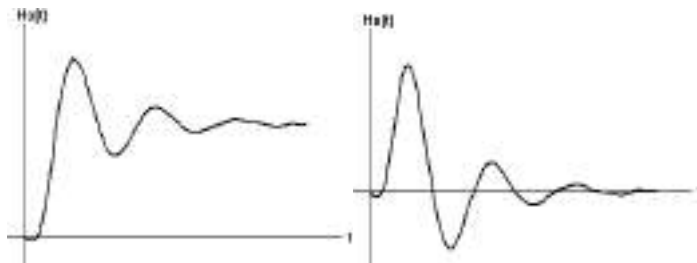


Рис 1. *Переходные характеристики по задающему и возмущающему воздействию, построенные методом Акульшина*

Разрабатываемое информационно-программное обеспечение для построения переходных процессов позволит, в рамках учебного процесса, изучать качественные показатели систем управления, используя различные методики их расчета. А также позволит на их примере делать сравнительный анализ этих методов [5].

Для реализации были выбраны два наиболее часто применяемых метода расчета переходных характеристик: метод Акульшина и метод определения

переходного процесса по мнимой и вещественной частотным характеристикам системы.

Метод Акулышина. Для построения переходного процесса этим методом необходимо знать амплитудно-фазовую характеристику (АФХ) замкнутой системы по каналу, идущему от источника воздействия на систему при выбранных значениях настроечных параметров регулятора [6].

Выражение для расчета переходного процесса имеет следующий вид:

$$y(i \cdot \Delta t) = \frac{2d}{\pi} \left[\frac{\pi \operatorname{Re}(0)}{4} + \sum_{k=1}^n \left[\frac{\operatorname{Re}(k\omega_0)}{k} \sin(k\omega_0 i \Delta t) + \frac{\operatorname{Im}(k\omega_0)}{k} \cos(k\omega_0 i \Delta t) \right] \right], \quad k = 1, 3, 5, \dots, n; \quad i = 0, 1, 2, \dots, m \quad (1)$$

где $\operatorname{Re}(\omega)$, $\operatorname{Im}(\omega)$ - вещественная и мнимая частотные характеристики замкнутой системы; d - амплитуда входного сигнала.

Число гармоник n достаточно выбрать в пределах 15-30, а $m \geq 12$.

Для определения ω_0 и Δt используются формулы:

$$\omega_0 = \omega_p / 7, \quad \Delta t = \frac{T}{2m} = \frac{\pi}{\omega_0 m}.$$

Значения $\operatorname{Re}(\omega)$ и $\operatorname{Im}(\omega)$ в (1) вычисляются по формулам:

$$\Phi_y(j\omega) = \frac{W_p(j\omega) \cdot W_y(j\omega)}{1 + W_p(j\omega) \cdot W_y(j\omega)} = \operatorname{Re}_y(\omega) + j \operatorname{Im}_y(\omega),$$

$$\Phi_s(j\omega) = \frac{W_s(j\omega)}{1 + W_p(j\omega) \cdot W_y(j\omega)} = \operatorname{Re}_s(\omega) + j \operatorname{Im}_s(\omega),$$

$$\Phi_e(j\omega) = \frac{1}{1 + W_p(j\omega) \cdot W_y(j\omega)} = \operatorname{Re}_e(\omega) + j \operatorname{Im}_e(\omega)$$

При этом

$$W_p = \frac{C_0}{S} + C_1 + C_2 S,$$

$$W_y = K \frac{b_2 S^2 + b_1 S + 1}{a_0 S^3 + a_1 S^2 + a_2 S + 1} \cdot e^{-s\tau},$$

$$W_s = K' \frac{b'_2 S^2 + b'_1 S + 1}{a'_0 S^3 + a'_1 S^2 + a'_2 S + 1} \cdot e^{-s\tau'}$$

Исходными данными для расчета являются передаточные функции $W_p, W_y, W_s, \omega_p, n, m$ и амплитуда входного воздействия d (удобно принять $d=1$).

Определение переходного процесса по мнимой и вещественной частотным характеристикам системы. Взаимная связь между временными и частотными характеристиками устанавливается преобразованиями Фурье. Одностороннее преобразование Фурье есть частный случай преобразования Лапласа функции $y(t)$ в функцию $y(s)$ и обратно.

Прямое преобразование Лапласа:

$$y(s) = \int_0^{\infty} y(t)e^{-st} dt \quad (2)$$

Обратное преобразование Лапласа:

$$y(t) = \frac{1}{2\pi j} \int_{c-j\infty}^{c+j\infty} y(s)e^{st} ds \quad (3)$$

где c – абсцисса абсолютной сходимости.

При интегрировании в выражении (3) переменная S изменяется вдоль прямой, параллельной мнимой оси, на расстоянии c от неё так, чтобы все корни $y(s)$ были левее этой линии. Если все корни лежат левее этой линии, то

$$\lim_{t \rightarrow \infty} y(t) = 0, \quad (4)$$

то есть процесс затухает.

В этом случае можно положить $c = 0$, а параметр S взять равным $j\omega$.

Преобразование Лапласа здесь превращается в одностороннее преобразование Фурье:

$$y(j\omega) = \int_0^{\infty} y(t)e^{-j\omega t} dt, \quad (5)$$

$$y(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} y(j\omega)e^{j\omega t} d\omega. \quad (6)$$

Если все корни $y(s)=L[y(t)]$ лежат левее мнимой оси, то $y(t)$ состоит из суммы убывающих экспонент и экспоненциально затухающих гармонических колебаний. Площадь под кривой из этих составляющих $y(t)$ конечна, то есть не равняется нулю:

$$\int_0^{\infty} y(t)dt < \infty. \quad (7)$$

Условие (7) называется условием абсолютной интегрируемости функции $y(t)$. Оно равноценно размещению корней $y(s)$ левее мнимой оси, и, следовательно, только при выполнении (7) возможно использование преобразований Фурье (5) и (6).

Переходную функцию $y(t)$ можно вычислить по вещественной $\text{Re}(\omega)$ или мнимой $\text{Im}(\omega)$ частотным характеристикам замкнутой системы.

$$h(t) = \frac{\text{Re}(0)}{2} + \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\text{Re}(\omega) \sin(\omega t)}{\omega} d\omega + \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\text{Im}(\omega) \cos(\omega t)}{\omega} d\omega. \quad (8)$$

Изменив знак у времени (t) в правой и левой частях уравнения (8) и для $(-t)$ получим:

$$h(-t) = 0 = \frac{\text{Re}(0)}{2} - \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\text{Re}(\omega) \sin(\omega t)}{\omega} d\omega + \frac{1}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\text{Im}(\omega) \cos(\omega t)}{\omega} d\omega. \quad (9)$$

Складывая (8) и (9), получим:

$$h(t) = \operatorname{Re}(0) + \frac{2}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\operatorname{Im}(\omega) \cos(\omega t)}{\omega} d\omega. \quad (10)$$

Вычитая (9) из (8), получим:

$$h(t) = \frac{2}{\pi} \int_0^{+\infty} \frac{\operatorname{Re}(\omega) \sin(\omega t)}{\omega} d\omega. \quad (11)$$

Интегралы (5) и (6) можно представить в вещественной форме. Это позволяет вычислить переходную функцию $h(t)$ по вещественной $\operatorname{Re}(\omega)$ или мнимой $\operatorname{Im}(\omega)$ частотным характеристикам замкнутой системы.

Описанные в данной работе методы внедрены в программный комплекс Studium, разработанный совместно с Владивостокским государственным университетом экономики и сервиса, для изучения «Основ теории управления» и успешно используются в учебном процессе нескольких университетов Китая и Приморского края России.

Библиографический список

1. Сачко М.А. Интеллектуализация обучения параметрическому синтезу систем автоматического управления технологическими процессами. Диссертация на соискание ученой степени канд. тех. наук... Комсомольский-на-Амуре, 2014. С. 198.
2. Сачко М.А., Кривошеев В.П. Автоматизация оценки качества знаний по параметрическому синтезу систем управления//Современные проблемы науки и образования. 2012. № 6. С. 64.
3. Сачко М.А., Кривошеев В.П. Автоматизация оценки изучения параметрического синтеза комбинированных систем управления при помощи нечеткой логики//Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2012. Т. 3. № 2. С. 191-197.
4. Сачко М.А. Сохранение экспертных знаний и их применение в образовании//Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2013. № 3 (21). С. 149-154.
5. Сачко М.А., Кривошеев В.П. Теоретические основы определения уровня знаний при изучении параметрического синтеза одноконтурных и каскадных систем автоматического управления//Фундаментальные исследования. 2013. № 11-9. С. 1804-1809.
6. Сачко М.А., Кривошеев В.П. Эффективный метод расчёта расширенных амплитудно-фазовых характеристик с использованием бинома Ньютона//Территория новых возможностей. Вестник Владивостокского государственного университета экономики и сервиса. 2013. № 4. С. 271-280.

© Цой С. , 2016

УДК 621.391.7

В.К. Шакурский *

**Шакурский Виктор Константинович, д.т.н., профессор кафедры Электро-снабжение и электротехника Тольяттинского государственного университета (ТГУ)*

Эл. почта: Shakurskiy@mail.ru

Сл. телефон: (8482) 546450

М.В. Шакурский *

**Шакурский Максим Викторович, к.т.н., старший преподаватель кафедры Информационный и электронный сервис, Поволжского государственного университета сервиса (ПВГУС)*

Эл. почта: M.Shakurskiy@gmail.ru

Сл. телефон: (8482) 637308

ТРЕХКАНАЛЬНАЯ СТЕГАНОГРАФИЧЕСКАЯ СИСТЕМА С ВЗАИМНЫМ ЗАШУМЛЕНИЕМ КАНАЛОВ

Ключевые слова: стеганографическая система, взаимное зашумление каналов, контрольная сумма.

Рассматривается задача встраивания полезной информации в трёхканальную систему с взаимным зашумлением каналов. Использование взаимного зашумления каналов позволяет повысить пропускную способность системы передачи информации. Широкое распространение трёхканальных систем для описания растровых изображений позволяет реализовать систему скрытой передачи информации с высокой пропускной способностью.

В цифровой стеганографии одним из наиболее часто используемых типов контейнеров является растровое изображение. Существует целый ряд методов встраивания полезной информации в растровое изображение, таких как метод младшего значащего бита (LSB – last significant bit), спектральные методы и др. При этом основным параметром определяющим эффективность системы является невозможность обнаружения скрытого сигнала методами стеганографического анализа [1]. Эффективным решением проблемы обнаружения скрытого сигнала является его зашумление хаотическим сигналом [2, 3]. В работах [4, 5, 6, 7, 8] рассматривается использование двухканальных систем сокрытия информации с помощью хаотического сигнала. Двухканальные системы сокрытия информации позволяют использовать информационную избыточность для организации инвариантного к маскирующему сигналу алгоритма декодирования. Отметим, что наличие информационной избыточности в значительной степени ограничивает применение метода, за счёт особых требований к формированию стеганографического контейнера, и снижает пропускную способность системы передачи информации. Одним из способов повышения пропускной способности каналов является взаимное зашумление каналов [9]. В этом случае полезный сигнал одного канала выступает в роли маскирующего сигнала другого канала. При этом задача декодирования может

быть решена методом последовательных приближений. Рассмотрим реализацию алгоритма взаимного зашумления для трёхканальной системы.

В [6] было показано, что если синхронные отсчёты двух информативных сигналов связаны контрольной суммой: $u_1(n)+u_2(n)=U$, а маскировка их осуществляется с помощью одних и тех же отсчётов псевдослучайного сигнала по алгоритму:

$$y_1(n) = u_1(n) + a_1 \cdot z(n) + b \cdot u_1(n) \cdot z(n), \quad y_2(n) = u_2(n) + a_2 \cdot z(n) + b \cdot u_2(n) \cdot z(n), \quad (1)$$

то восстановление отсчётов информативных сигналов осуществляется с помощью выражений:

$$u_{1В}(n) = \frac{y_1(n)(k_1 + U) + k_1[U - y_2(n)]}{2k_1 + y_1(n) + y_2(n)}, \quad u_{2В}(n) = \frac{y_2(n)(k_2 + U) + k_2[U - y_1(n)]}{2k_2 + y_1(n) + y_2(n)}, \quad (2)$$

$$\text{Где } k_1 = a_1/b \text{ и } k_2 = a_2/b \quad (3)$$

В предлагаемом алгоритме маскировка осуществляется взаимным зашумлением трёх каналов:

$$\begin{aligned} y_1(n) &= u_1(n) + a_1 \cdot u_2(n) + b_1 \cdot u_1(n) \cdot u_2(n), \\ y_2(n) &= u_2(n) + a_2 \cdot u_3(n) + b_2 \cdot u_2(n) \cdot u_3(n), \\ y_3(n) &= u_3(n) + a_3 \cdot u_1(n) + b_3 \cdot u_1(n) \cdot u_3(n) \end{aligned} \quad (4)$$

Задача декодирования может быть решена методом последовательных приближений [9], распространённым на три канала. Для реализации метода последовательных приближений воспользуемся методом контрольной суммы [4, 8, 9]. Для этого потребуются дополнительные сигналы:

$$\begin{aligned} z_1(n) &= [U_1 - u_1(n)] + a_1 u_2(n) + b_1 [U_1 - u_1(n)] u_2(n), \\ z_2(n) &= [U_2 - u_2(n)] + a_2 u_3(n) + b_2 [U_2 - u_2(n)] u_3(n), \\ z_3(n) &= [U_3 - u_3(n)] + a_3 u_1(n) + b_3 [U_3 - u_3(n)] u_1(n). \end{aligned} \quad (5)$$

Для уточнения значений декодируемого сигнала (4) на каждой итерации используются преобразованные выражения вида (2):

$$\begin{aligned} u_{1В}(n) &= \frac{y_1(n)(k_1 + U_1) + k_1[U_1 - z_1(n)]}{2k_1 + y_1(n) + z_1(n)}, \\ u_{2В}(n) &= \frac{y_2(n)(k_2 + U_2) + k_2[U - z_2(n)]}{2k_2 + y_2(n) + z_2(n)}, \\ u_{3В}(n) &= \frac{y_3(n)(k_3 + U_3) + k_3[U - z_3(n)]}{2k_3 + y_3(n) + z_3(n)}. \end{aligned} \quad (6)$$

Итерационный процесс восстановления сигнала примет следующий вид:

$$\begin{aligned}
 & i = 0, 1, \dots, m; \\
 & u_{1B}(n)_0 = y_1(n); \\
 & u_{2B}(n)_0 = y_2(n); \\
 & u_{3B}(n)_0 = y_3(n); \\
 & z_1(n)_{i+1} = [U_1 - u_1(n)] + a_1 u_2(n) + b_1 [U_1 - u_1(n)] u_2(n); \\
 & z_2(n)_{i+1} = [U_2 - u_2(n)] + a_2 u_3(n) + b_2 [U_2 - u_2(n)] u_3(n); \\
 & z_3(n)_{i+1} = [U_3 - u_3(n)] + a_3 u_1(n) + b_3 [U_3 - u_3(n)] u_1(n); \\
 & u_{1B}(n)_{i+1} = \frac{y_1(n)(k_1 + U_1) + k_1 [U_1 - z_1(n)_{i+1}]}{2k_1 + y_1(n) + z_1(n)_{i+1}}; \\
 & u_{2B}(n)_{i+1} = \frac{y_2(n)(k_2 + U_2) + k_2 [U_2 - z_2(n)_{i+1}]}{2k_2 + y_2(n) + z_2(n)_{i+1}}; \\
 & u_{3B}(n)_{i+1} = \frac{y_3(n)(k_3 + U_3) + k_3 [U_3 - z_3(n)_{i+1}]}{2k_3 + y_3(n) + z_3(n)_{i+1}}.
 \end{aligned} \tag{7}$$

Проведём моделирование представленного алгоритма в среде Mathcad.

Определим три независимых входных сигнала $u_1(n)$, $u_2(n)$ и $u_3(n)$ в виде последовательности случайных чисел с равномерным распределением плотности вероятности:

$$\begin{aligned}
 & N:=1000 \\
 & n:=0\dots N \\
 & u1_n:=md(1) \qquad u2_n:=md(1) \qquad u3_n:=md(1)
 \end{aligned}$$

Значения сигналов $u_1(n)$, $u_2(n)$ и $u_3(n)$ в модели изменим таким образом, чтобы они располагались в фиксированной полосе частот. Для этого воспользуемся частотной фильтрацией на основе алгоритма свёртки во временной области (10, 11). Импульсную характеристику синтезируем на основе метода частотной выборки (12):

$$\begin{aligned}
 & m:=0..100 \\
 & h_m := \frac{1}{10} \left[\sum_{k=10}^{20} \left[(-1)^k \cdot \cos\left(\frac{2 \cdot \pi \cdot k \cdot m}{101}\right) \right] \right]
 \end{aligned}$$

Проведём фильтрацию сигналов:

$$\begin{aligned}
 & u1f_n = 0 \text{ on error } \sum_{k=0}^{100} (h_k \cdot u1_{n-k}) \\
 & u2f_n = 0 \text{ on error } \sum_{k=0}^{100} (h_k \cdot u2_{n-k}) \\
 & u3f_n = 0 \text{ on error } \sum_{k=0}^{100} (h_k \cdot u3_{n-k})
 \end{aligned}$$

Реализуем нормировку по амплитуде:

$$u1_n := \frac{u1f_n}{\max(u1f)} \quad u2_n := \frac{u2f_n}{\max(u2f)} \quad u3_n := \frac{u3f_n}{\max(u3f)}$$

Выберем коэффициенты a и b для формирования сигналов (4):

$$a1:=0.2 \quad b1:=0.6$$

$$a2:=0.1 \quad b2:=0.5$$

$$a3:=0.3 \quad b3:=0.4$$

Сформируем сигналы стежоконтейнера:

$$y1_n := u1_n + (a1 + b1 \cdot u1_n) \cdot u2_n$$

$$y2_n := u2_n + (a2 + b2 \cdot u2_n) \cdot u3_n$$

$$y3_n := u3_n + (a3 + b3 \cdot u3_n) \cdot u1_n$$

Полученные сигналы передаются по линии передачи информации. Стоит заметить, что сформированные сигналы уже могут рассматриваться как стежоконтейнер, однако они могут рассматриваться и как скрываемый сигнал в стежосистеме. В этом случае предлагаемый алгоритм может рассматриваться как предварительное кодирование сигнала с целью повышения устойчивости стежоконтейнера.

Дальнейшая часть модели имитирует принимающую сторону.

Рассчитаем коэффициенты k_1 и k_2 через известные коэффициенты a и b :

$$k1 := \frac{a1}{b1} = 0.333 \quad k2 := \frac{a2}{b2} = 0.2 \quad k3 := \frac{a3}{b3} = 0.75$$

Выберем значения контрольных сумм:

$$U1:=1 \quad U2:=1 \quad U3:=1$$

Реализуем декодирование в соответствии с итеративным алгоритмом (7). Заметим, что в указанном итеративном алгоритме, первые три выражения используют значения $u_{1B}(n)_i$, $u_{2B}(n)_i$ и $u_{3B}(n)_i$, полученные на предыдущих итерациях. На первой итерации они равны принятым значениям $y_1(n)$, $y_2(n)$ и $y_3(n)$. Поэтому, для корректной работы модели, выполним соответствующее присвоение:

$$U1B_n := y1_n \quad U2B_n := y2_n \quad U3B_n := y3_n$$

Зададим количество итераций:

$$K:=30$$

Итеративная процедура уточнения (7) представлена в модели программой, составленной с использованием встроенных средств программирования:

$$\text{Iter}_n := \text{for } i \in 0..K-1$$

$$\begin{aligned}
 z1_n &\leftarrow (U1 - u1B_n) + [a1 + b1 \cdot (U1 - u1B_n)] \cdot u2B_n \\
 z2_n &\leftarrow (U2 - u2B_n) + [a2 + b2 \cdot (U2 - u2B_n)] \cdot u3B_n \\
 z3_n &\leftarrow (U3 - u3B_n) + [a3 + b3 \cdot (U3 - u3B_n)] \cdot u1B_n \\
 u1B_n &\leftarrow \frac{y1_n \cdot (k1 + U1) + k1 \cdot (U1 - z1_n)}{2k1 + y1_n + z1_n} \\
 u2B_n &\leftarrow \frac{y2_n \cdot (k2 + U2) + k2 \cdot (U2 - z2_n)}{2k2 + y2_n + z2_n} \\
 u3B_n &\leftarrow \frac{y3_n \cdot (k3 + U3) + k3 \cdot (U3 - z3_n)}{2k3 + y3_n + z3_n}
 \end{aligned}$$

$$\begin{pmatrix} u1B_n \\ u2B_n \\ u3B_n \\ z1_n \\ z2_n \\ z3_n \end{pmatrix}$$

На выходе блока программы функция Iter состоит из ряда матриц, содержащих значения уточняемых сигналов $u1B(n)_i$, $u2B(n)_i$ и $u3B(n)_i$ и вспомогательных значений z . Извлечём сигналы $u1B(n)_i$, $u2B(n)_i$ и $u3B(n)_i$:

- Сигнал первого канала: $u1B_n := (\text{Iter}_n)_0$
- Сигнал второго канала: $u2B_n := (\text{Iter}_n)_1$
- Сигнал третьего канала: $u3B_n := (\text{Iter}_n)_2$

На рис. 2 показан фрагмент исходного $u1(n)$ и восстановленного $u1B(n)$ сигналов.

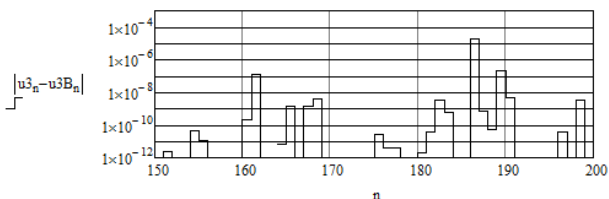


Рис. 1. Ошибка восстановления сигнала

Точность восстановления зависит от исходных значений сигналов, поэтому фиксированное количество итераций будет давать различную ошибку восстановления, что видно по рис. 1. Для оптимизации количества итераций сле-

дует использовать остановку процесса по значению погрешности восстановления между соседними шагами.

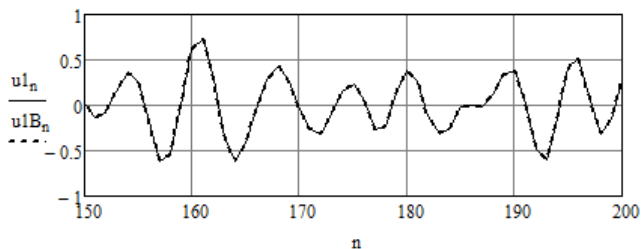


Рис. 2. Восстановленный сигнал первого канала

Теоретический анализ и численный эксперимент показали, что предлагаемый алгоритм эффективен как при построении двухканальной, так и при построении трёхканальной системы с взаимным зашумлением каналов. Показано, что величина ошибки восстановления сигнала зависит от начальных значений ключей и амплитуд отсчётов полезных сигналов. Таким образом, количество итераций при декодировании методом последовательных приближений может быть различным и определяется по величине приращения уточняющего сигнала. В этом случае будет обеспечен заданный уровень ошибки восстановления сигнала при экономии вычислительных ресурсов.

Библиографический список.

1. J. Fridrich Steganography in digital media. Principles, Algorithms and applications. Cambridge university press, New York, 2010.
2. Пат. 2546307 Российская федерация, МПК H03L 9/00, H03K 3/00 Устройство сокрытия информации / М.В. Шакурский, В.К. Шакурский; Оpubл. 10.04.2015 Бюл. 10.
3. Пат. 2546306 Российская федерация, МПК H03L 9/00, H03K 3/00 Способ скрытой передачи информации / М.В. Шакурский, В.К. Шакурский; Оpubл. 10.04.2015 Бюл. 10.
4. *Шакурский, М.В.* Сжимающие отображения в инвариантных преобразователях и системах стеганографии / В.К. Шакурский, М.В. Шакурский // Монография. Издательство СНИЦ РАН, Самара 2014., 159 с.
5. Обработка и преобразование сигналов в радиотехнических и инфокоммуникационных системах : монография / под ред. В. И. Воловача. – М. : Радио и связь, 2014. – 448 с. : ил.
6. *Шакурский, М.В.* Формирование контейнера для стеганографической системы на основе сжимающих отображений / М.В. Шакурский // Международный научно-технический журнал «Радиотехника». – 2015. – №2. – С. 134-139.
7. *Шакурский, М.В.* Стеганографическая система на основе сжимающих отображений [Текст] / М.В. Шакурский, В.К. Шакурский // Научно-

практический журнал «Вопросы защиты информации». – 2015. – №2. –С. 74-78.

8. *Shakurskiy, M.V.* Two-channel real-time steganographic system / M.V. Shakurskiy, V.K. Shakurskiy, V.I. Volovach // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014) / KNURE, Kharkov 2014 p. 309-311.

9. *Шакурский, М.В.* Двухканальная система сокрытия информации с взаимным зашумлением каналов / М.В. Шакурский, В.К. Шакурский // Международный научно-технический журнал «Радиотехника». – 2016. – №2. –С. 96-99.

10. *Шакурский, М.В.* Математическая модель цифровых фильтров, реализуемых методом частотной выборки / В.К. Шакурский, М.В. Шакурский // Вектор науки Тольяттинского государственного университета. – 2011. – №2 (16). – С. 94-96.

11. Пат. на полезн. модель 108669 Российская федерация, МПК G06F 17/14, H03H 17/00 Цифровой фильтр / М.В. Шакурский (Россия). – №2011119366/08; заявл. 13.05.2011; опубл. 20.09.2011 Бюл. № 26

12. *Шакурский, М.В.* Алгоритм синтеза цифровых фильтров на основе прямого и обратного преобразования Фурье с промежуточной обработкой спектра / М.В. Шакурский // Инфокоммуникационные технологии.- 2010. – №4.– С. 29-32.

© Шакурский В.К., Шакурский М.В., 2016

УДК 004.9

О.Н. Шалина*

**Шалина Ольга Николаевна, к.п.н., доцент*

Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева, г. Саранск, Республика Мордовия.

oshalina@yandex.ru

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ РАЗРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Ключевые слова: электронные образовательные ресурсы, дистанционные образовательные технологии, электронное обучение, электронные учебные курсы, системы дистанционного обучения.

Рассмотрены вопросы, связанные с разработкой электронных ресурсов для обеспечения образовательного процесса на основе использования дистанционных технологий, раскрыты возможности некоторых специализированных программных средств для создания электронных учебных курсов

Цель модернизации высшего образования состоит в создании механизма устойчивого его развития и определяется стоящими перед Россией задачами построения рыночной экономики, правового государства, необходимости преодоления опасности отставания страны от мировых тенденций экономического и общественного развития, повышения конкурентоспособности отечественной системы высшего образования на международном рынке образовательных услуг [3].

В соответствии с требованиями обсуждаемых педагогическим сообществом проектов нормативно-правовых документов по системе российского образования существует острая необходимость достижения нового качества высшего образования. Повышение качества образования связывают, в том числе, и с реализацией современных образовательных технологий [4].

В феврале 2012 года внесены поправки в законодательство об образовании, согласно которым (Федеральный закон от 28.02.2012 № 11-ФЗ «О внесении изменений в Закон Российской Федерации «Об образовании» в части применения электронного обучения, дистанционных образовательных технологий») электронное образование и дистанционные образовательные технологии (ДОТ) могут использоваться во всех образовательных программах, реализуемых учебными заведениями, при всех формах обучения. В законе четко установлено, что под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей при опосредованном (на расстоянии) взаимодействии обучающихся и педагогических работников.

Более того, в Федеральном законе «Об образовании в Российской Федерации», вступившем в силу 1 сентября 2013 года, появилась специальная статья, детально регламентирующая понятия «электронное обучение» и «дистанционные образовательные технологии». В частности, в п.1 ст.16 названного за-

кона впервые сформулировано, что «Под электронным обучением понимается организация образовательной деятельности с применением содержащейся в базах данных и используемой при реализации образовательных программ информации и обеспечивающих ее обработку информационных технологий, технических средств, а также информационно-телекоммуникационных сетей, обеспечивающих передачу по линиям связи указанной информации, взаимодействие обучающихся и педагогических работников».

Приоритетами развития электронного образования, определенными в Концепции развития образования РФ до 2020 г., являются:

- внедрение электронного обучения и сетевой формы реализации образовательных программ;
- интеграция российского образования в международное образовательное пространство с целью продвижения на формирующемся глобальном рынке электронного обучения;
- поиск и создание прорывных разработок в области электронного обучения и их распространение в российских образовательных организациях [1].

При реализации образовательных программ с применением исключительно электронного обучения, дистанционных образовательных технологий в образовательном учреждении должны быть созданы условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды, включающей в себя электронные информационные ресурсы, электронные образовательные ресурсы, совокупность информационных технологий, телекоммуникационных технологий, соответствующих технологических средств и обеспечивающей освоение обучающимися образовательных программ в полном объеме независимо от их мест нахождения.

Порядок использования дистанционных образовательных технологий в Мордовском государственном педагогическом институте имени М.Е. Евсевьева регламентируется принятым в вузе «Положением о порядке использования дистанционных образовательных технологий».

Цели и задачи использования дистанционных образовательных технологий:

1. Удовлетворение потребностей общества и государства в квалифицированных специалистах с высшим профессиональным образованием.
2. Удовлетворение потребности личности в получении образования.
3. Повышение качества образования путем внедрения современных технологий, при которых целенаправленное опосредованное или не полностью опосредованное взаимодействие обучающегося и преподавателя осуществляется независимо от места их нахождения и распределения во времени на основе использования средств телекоммуникации.
4. Предоставление обучающимся в институте возможности освоения образовательных программ непосредственно по месту их жительства или временного их пребывания.
5. Обеспечение возможности свободного пользования различными информационными ресурсами для образовательного процесса в любое удобное для обучающегося время.

6. Усиление личностной направленности процесса обучения, интенсификация самостоятельной работы обучающегося.

7. Повышение эффективности обучения путем внедрения инновационных образовательных технологий.

8. Обеспечение опережающего характера всей системы образования, ее нацеленности на распространение знаний среди населения, повышение его общеобразовательного и культурного уровня.

Согласно нормативным документам, при использовании ДОТ образовательное учреждение обеспечивает доступ обучающихся, педагогических работников и учебно-вспомогательный персонал к учебно-методическому комплексу (на бумажном или электронном носителе), включающему: учебный план образовательного учреждения, учебный план обучающегося, программу учебного предмета (дисциплины, учебного курса), учебник по учебному предмету (дисциплине, учебному курсу), практикум или практическое пособие, тестовые материалы для контроля качества усвоения материала, методические рекомендации для обучающегося по изучению учебного предмета (дисциплины, учебного курса), организации самоконтроля, текущего контроля, учебные (дидактические) пособия и задачки, позволяющему обеспечить освоение и реализацию образовательной программы. Учебно-методический комплекс может быть при необходимости дополнен образовательным учреждением справочными изданиями и словарями, периодическими, отраслевыми и общественно-политическими изданиями, научной литературой, хрестоматиями, ссылками на базы данных, сайтов, справочные системы, электронные словари и сетевых ресурсов.

Реализация обучения с использованием ДОТ предусматривает разработку преподавателями широкого спектра электронных учебно-методических материалов (электронных образовательных ресурсов (ЭОР)): учебников, учебных пособий, методических указаний, хрестоматий, курсов лекций, наглядных пособий, практикумов, интерактивных электронных документов, электронных учебных курсов, электронных тест-тренажеров и т.п. с использованием современных программных средств [2]. Следует отметить, что в настоящее время существует достаточно большое количество инструментальных программных средств для создания электронных образовательных ресурсов, которые также обладают возможностями «упаковки» полученного продукта в удобные для представления форматы: HTML, Flash, а также форматы учебных материалов: SCORM, AICC, IMS, Tin Can. Различные системы управления обучением (LMS) могут воспроизводить такие материалы и отслеживать работу с ними обучающихся. Одним из подобных средств является iSpring Suite

Подчеркнем, что iSpring Suite является не самостоятельным программным продуктом, а плагином (дополнением) к MS PowerPoint, что с одной стороны является недостатком, так как предполагает обязательное знание PowerPoint, с другой стороны существенно расширяет функционал особенно популярного у преподавателей средства для создания презентаций.

iSpring Suite позволяет качественно воспроизводить все эффекты PowerPoint, включая переходы, в том числе 3D-переходы, триггеры и сложные анимации. Также имеется возможность сконвертировать презентацию в кросс-

платформенный формат: Flash + HTML5. Все эффекты, применяемые к слайдам, будут отображаться на компьютере и любом мобильном устройстве. При этом при просмотре презентации на мобильных устройствах все содержимое проекта адаптируется под размер экрана. Добавленные объекты, изображения, видео автоматически принимают необходимые параметры даже при повороте мобильного устройства.

iSpring Suite позволяет создавать электронные курсы, кросс-платформенные проекты для любых устройств: компьютеров, ноутбуков, планшетов, iPad, iPhone, Android и Windows – устройств.

Отметим, что в процессе разработки важно видеть, как проект будет отображаться на различных устройствах. Усовершенствованный режим предварительного просмотра в iSpring Suite уже на этапе публикации позволяет понять, как презентация будет выглядеть на экране компьютера, планшета и смартфона.

Поскольку дистанционное обучение предполагает асинхронность и возможность использования электронных образовательных ресурсов в любое удобное для обучающегося время, положительной стороной бесплатного приложения iSpring Play становится возможность сохранения электронных ресурсов на планшет или смартфон и прохождения обучения в любое удобное время даже оффлайн. Также iSpring Suite позволяет создавать тесты для проверки знаний и опросы для получения обратной связи от студентов. Технологии iSpring предполагают возможность прохождения тестирования как на персональных компьютерах, так и на мобильных устройствах, включая iPhone и iPad. Тесты адаптируются под размеры и ориентацию экрана устройства. Кроме понятного и удобного для пользователя интерфейса, программа для разработки тестов предусматривает возможность создания 11 типов оцениваемых и 12 типов анкетных вопросов, группировку вопросов в разделы, импорт вопросов из MS Excel, добавление в вопросы аудио и видеофайлов, создания сценария тестирования, настройку правил тестирования (ограничение числа попыток ответа на вопрос и попыток прохождения теста, установка времени ответа на вопрос или весь тест, запрет завершения тестирования с неотвеченными вопросами и др.), настройку аудио и видеосопровождения электронного курса и др.

В заключение подчеркнем, что созданные с помощью iSpring Suite учебные курсы, тесты и другие электронные учебные материалы можно разместить в любой системе дистанционного обучения с поддержкой SCORM (Moodle, BlackBoard, Saba и др.).

Библиографический список

1. *Зверева Н.Н.* Моделирование процессов обучения и контроля знаний в системах электронного обучения / Н.Н. Зверева // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015) : сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 1 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2015. – С. 280–286.

2. *Лехмус М.Ю.* Информационные ресурсы образовательной среды / М.Ю. Лехмус // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуника-

ции (ITRT-2015) : сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 2 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2015. – С. 43–46.

3. *Шалина, О.Н.* К вопросу о реализации эвристического метода обучения на занятиях по геометрии / О.Н. Шалина // Гуманитарные науки и образование: научно-методический журнал. – 2011. – № 2. – С.132-135.

4. *Шалина, О.Н.* Отдельные аспекты формирования ИКТ-компетентности будущих менеджеров в педагогическом вузе / О.Н. Шалина // Учебный эксперимент в образовании. – 2014. – №2. – С. 68–73.

© *Шалина О.Н.*, 2016

УДК 004.9

О.Н. Шалина*

**Шалина Ольга Николаевна, к.п.н., доцент*

Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева, г. Саранск, Республика Мордовия.

oshalina@yandex.ru

М.А. Фролова*

Фролова Мария Андреевна, студент

Мордовский государственный педагогический институт имени М.Е. Евсевьева, г. Саранск, Республика Мордовия.

masha-frolova1200@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ ВИЗУАЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ В ИНТЕГРИРОВАННОЙ СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ MICROSOFT VISUAL STUDIO

Ключевые слова: визуальное приложение, инструментальная среда разработки, MicrosoftVisualStudio, VisualBasic .NET, графический интерфейс.

Рассмотрены особенности, связанные с разработкой визуальных приложений средствами MicrosoftVisualStudio, на примере разработки графического редактора раскрыта специфика проектирования приложений на VisualBasic.NET

Инструментальная среда разработки MicrosoftVisualStudio (MVS) – это пакет инструментов для создания программного обеспечения (разработки пользовательского интерфейса, написания кода, тестирования, отладки, анализа качества кода и производительности, развертывания в средах клиентов и сбора данных телеметрии по использованию). MicrosoftVisualStudio позволяют разрабатывать как консольные приложения, так и приложения с графическим интерфейсом, в том числе с поддержкой технологии WindowsForms, а также веб-сайты, веб-приложения, веб-службы как в родном, так и в управляемом кодах для всех платформ, поддерживаемых MicrosoftWindows, WindowsMobile, Windows CE, .NET Framework, Xbox, WindowsPhone .NET CompactFramework и MicrosoftSilverlight. В состав Visual Studio входит: Visual Basic .NET, Visual C++, Visual C#, Visual F# и др.

Таким образом, VisualStudio можно использовать для создания различных типов приложений. Раскроем некоторые возможности данной среды на примере разработки приложения «Простой графический редактор» средствами VisualBasic .NET. Как известно, графический редактор – специальная программа, предназначенная для создания, просмотра и редактирования графических изображений (рисунков, фотографий и др.) на компьютере.

Интерфейс разработанного графического редактора представлен на рисунке 1 (рис. 1).



Рис. 1. Интерфейс графического редактора

В VisualBasic .NET можно использовать графические методы для рисования любых объектов на форме или элементе управления. Рассмотрим особенности построения графических изображений средствами MicrosoftVisualBasic.

На мониторе компьютера изображение формируется как прямоугольный массив точек, являющихся минимальными элементами изображения. При использовании интерфейса GDI+ для рисования линии, прямоугольника или формы необходимо указывать определенные ключевые данные, задающие параметры рисуемого элемента. Например, отрезок задается координатами двух точек, а прямоугольник – точкой, шириной и высотой [5].

В рамках создания приложения были рассмотрены следующие графические элементы: отрезок, окружность, прямоугольник, сектор, эллипс, карандаш, сплошная кисть, особенности их построения и основные свойства.

Кроме всего, в построенном редакторе можно реализовать открытие графического файла, сохранение файла, выход из формы, выборку цвета с помощью диалогового окна ColorDialog, выборку шрифта текста FontDialog, выбор цвета контура и заливки для графических примитивов, рисование указателем мыши в форме, вставку текста в указанную позицию, перемещение всех построенных элементов, очистку формы.

Опишем несколько ключевых модулей данного графического редактора.

В указанном графическом редакторе организуем добавление меню Файл, Текст, Контур и Заливка. Добавим пункты в меню Файл: Открыть, Сохранить как, Выход; в меню Текст: Шрифт, Цвет текста (рис. 2).

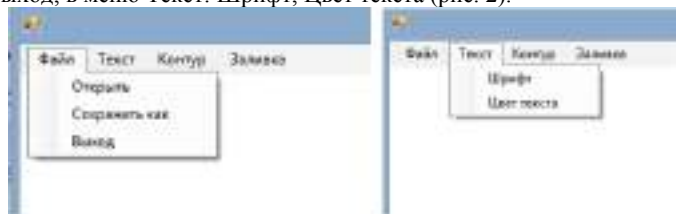


Рис. 2. Пункты меню Файл и меню Текст

Открытие и сохранение файла реализуется с использованием диалоговых окон OpenFileDialog и SaveFileDialog. Выбор данных команд осуществляется в пунктах меню Файл [5].

Кодоткрытие файла приведенниже.

```
Private Sub ОткрытьToolStripMenuItem_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles ОткрытьToolStripMenuItem.Click
    Dim kr As String
    OpenFileDialog1.ShowDialog()
    kr = OpenFileDialog1.FileName
    Me.BackgroundImage = Image.FromFile(kr)
EndSub
```

Выбор цвета осуществляется в меню «Контур», «Заливка», пункте «Цвет Текста». Выбор цвета в указанных случаях происходит с помощью диалоговых окон ColorDialog.

Кроме пункта Цвет шрифта в меню «Текст» присутствует пункт «Шрифт» (рис.3) с использованием диалогового окна FontDialog.



Рис. 3. Открытие диалогового окна выбора Шрифта

Код открытия диалогового окна выбора шрифта приведен ниже.

```
Private Sub ШрифтToolStripMenuItem_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles ШрифтToolStripMenuItem.Click
    FontDialog1.ShowDialog()
EndSub
```

После выбора пункта «Открыть» открывается диалоговое окно OpenFileDialog, где необходимо выбрать любой графический файл. Например, графический файл содержит рисунок «Мишки». После открытия рисунок размещается на форме (рис. 4).



Рис. 4. Размещение графического файла в форме

После открытия пункта «Сохранить как» открывается диалоговое окно сохранения файла SaveFileDialog (рис. 5).

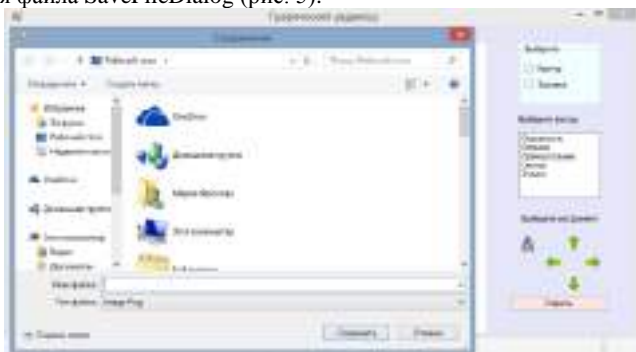


Рис. 5. Открытие диалогового окна SaveFileDialog

Код приведен ниже.

```
PrivateSubСохранитьКакToolStripMenuItem_Click(senderAsObject,
eAsEventArgs) HandlesСохранитьКакToolStripMenuItem.Click
    Dim SaveFileAs New SaveFileDialog
    Dim bmp As Image
    bmp = New Bitmap(Me.Width, Me.Height)
    SaveFile.Filter = "Image Png|*.png|Image Jpg|*.jpg|Image Gif|*.gif "
    If SaveFile.ShowDialog = DialogResult.Cancel Then Exit Sub
    bmp.Save(SaveFile.FileName)
End Sub
```

Чтобы осуществить выборку графических примитивов: окружность, отрезок, прямоугольник, сектор, эллипс, необходимо из окна ToolBox «перетащить» элемент ListBox1, в котором приведены указанные выше элементы (рис. 6).

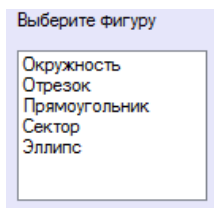


Рис. 6. Выбор графических примитивов

Также в приложении возможен выбор контура или заливки фигур. Выбор осуществляется с использованием радиокнопок `RadioButton1` и `RadioButton2`, объединённых в общий контейнер с помощью элемента `GroupBox1` (рис. 7).

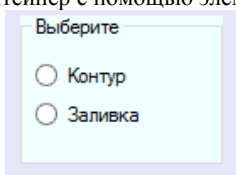


Рис. 7. Выбор контура или заливки фигур

Код выбора контура и заливки приведен ниже.

```
Private Sub ЗаливкаToolStripMenuItem_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles ЗаливкаToolStripMenuItem.Click
    ColorDialog2.ShowDialog()
EndSub
Private Sub КонтурToolStripMenuItem_Click(sender As Object, e As EventArgs) Handles КонтурToolStripMenuItem.Click
    ColorDialog1.ShowDialog()
EndSub
```

В нашем приложении допустимо перемещение всех построенных графических объектов (вверх, вниз, вправо, влево) с использованием соответствующих элементов, реализуемых с помощью объектов класса `PictureBox` (рис. 8).



Рис. 8. Кнопки перемещения объектов


Возможно также добавление текста в указанную позицию (рис. 9), которое осуществляется с использованием инструмента , который представлен элементом управления `PictureBox1`.



Рис. 9. Добавление текста на форму

Кроме всего, есть возможность рисования указателем мыши (рис. 10). При перемещении мыши с нажатой кнопкой программа создает графический объект Graphics и рисует прямоугольник FillRectangle размером 10x10 пикселей, заполненных розовым цветом. Рисовать в форме можно как левой, так и правой кнопками мыши. Пример показан на рисунке ниже[2].

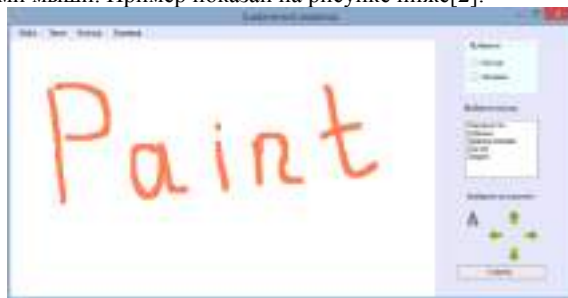


Рис. 10. Рисование указателем мыши в форме

Кодприведенниже.

```
Private Sub Form1_MouseDown(sender As Object, e As MouseEventArgs)
Handles MyBase.MouseDown
    Рисовать_ли = True
End Sub
Private Sub Form1_MouseUp(sender As Object, e As MouseEventArgs)
Handles MyBase.MouseUp
    Рисовать_ли = False
End Sub
Private Sub Form1_MouseMove(sender As Object, e As MouseEventArgs)
Handles MyBase.MouseMove
    If Рисовать_ли = True Then
        Dim Графика = CreateGraphics()
        Графика.FillRectangle(New SolidBrush(Color.Coral), e.X, e.Y, 10, 10)
```



```
Графика.Dispose()
End If
End Sub [2].
```

Также всё содержимое формы можно очистить для создания нового рисунка. Чтобы очистить всё нарисованное в форме, следует нажать кнопку «Стереть».

Данное приложение может быть дополнено инструментами «Масштаб», «Распылитель», «Ножницы», выбором толщины кисти. Его можно использовать при обучении основам визуального программирования учащихся общеобразовательных учреждений, а также студентов колледжей и вузов, предложить учащимся либо дополнить «Простой графический редактор» новыми инструментами, либо создать собственное визуальное приложение. Подобные задания помогают наладить «обратную связь», посредством которой преподаватель может оценить динамику усвоения учебного материала [1, 3].

Как показывает практика, разработка подобных проектов вызывает неподдельный интерес у учащихся. Со своими работами они охотно принимают участие в различных творческих конкурсах, конкурсах проектов, конференциях: Всероссийском конкурсе проектно-исследовательских работ учащихся «Грани науки», Всероссийской научно-практической конференции «IT-Саранча», в Республиканском конкурсе научно-технического творчества детей и молодёжи «Юные Кулибины» и др. Все это способствует, в первую очередь, повышению мотивации изучения программирования, языков программирования, а также развитию навыков проектирования и разработки визуальных приложений.

Библиографический список

1. *Дмитриев В. Л.* Разработка системы оценки знаний с поддержкой произвольного расположения тестовых заданий / В.Л. Дмитриев // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013) : сб. статей III международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2013. – С. 123–127.
2. *Зиборов В. В.* VisualBasic 2012 на примерах : учебн. пособие / В. В. Зиборов. – Питер : БХВ-Петербург, 2013. – 448 с.
3. *Иванов В. В.* Разработка электронного учебника по дисциплине «Компьютерный практикум» и контроль успеваемости студентов в системе дистанционного обучения Moodle / В. В. Иванов // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013) : сб. статей III международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2013. – С. 149–153.
4. Интерактивный учебник по VisualBasic [Электронный ресурс]. – Режим доступа : [https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/90h82b3x\(v=vs.90\).aspx](https://msdn.microsoft.com/ru-ru/library/90h82b3x(v=vs.90).aspx)
5. *Фомин Г. В.* Двухязычная компиляция из MSDN VisualStudio : учебн. – метод. пособие предназначено для проведения занятий по курсам информатики на физическом факультете ЮФУ / Г. В. Фомин.

© Шалина О.Н., Фролова М.А., 2016

УДК 004.89

Т.М. Шамсутдинова*

**Шамсутдинова Татьяна Михайловна, к.ф.-м.н., доцент*

*Башкирский государственный аграрный университет (БашГАУ), г. Уфа
tsham@rambler.ru*

КЛАСТЕРНЫЙ АНАЛИЗ В ЗАДАЧАХ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ СТУДЕНТОВ

Ключевые слова: кластерный анализ, карты Кохонена, тестовый контроль, оценка знаний, профессиональная компетентность.

Рассмотрены вопросы, связанные с применением технологий кластерного анализа данных в задачах оценки качества знаний студентов.

Контроль успеваемости студентов – одно из обязательных условий эффективности образовательного процесса в системе высшего профессионального образования. При этом необходимо своевременно выявлять слабые места в подготовке будущих специалистов, что позволит адаптировать учебный процесс к реальным знаниям студентов. Следует заметить, что исследование качества знаний должно носить комплексный характер, позволяющий сделать обобщенное заключение об уровне формирования у студентов общекультурных и профессиональных компетенций, требуемых для будущей профессии.

Рассмотрим возможность применения технологий кластерного анализа данных для оценки информационной компетентности студентов (на примере анализа результатов тестового контроля знаний у студентов-бакалавров младших курсов Башкирского государственного аграрного университета).

Согласно Федеральному Государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования по каждому направлению подготовки, студенты должны освоить определенные общекультурные и профессиональные компетенции. В частности, бакалавры направления подготовки «Бизнес-информатика» должны овладеть шестью основными группами профессиональных компетенций:

- аналитическими (ПК-1 – ПК-4);
- организационно-управленческими (ПК-5 – ПК-13);
- проектными (ПК-14 – ПК-18);
- научно-исследовательскими (ПК-19 – ПК-21);
- консалтинговыми (ПК-22 – ПК-25);
- инновационно-предпринимательскими (ПК-26 – ПК-29).

Данные компетенции формируются в результате сложного междисциплинарного взаимодействия, что требует использования современных инновационных образовательных технологий и соответствующего программного обеспечения [1-2]. Основная образовательная программа направления подготовки «Бизнес-информатика» Башкирского ГАУ включает около 85 разнообразных учебных дисциплин, в том числе 35 – читаемых кафедрой информатики и информационных технологий.

Для оценки уровня междисциплинарных знаний в области общей информационной компетентности студентов было проведено их комплексное тестирование по следующим основным разделам информатики и информационных технологий:

- 1) Информация. Системы счисления;
- 2) Программное и техническое устройство компьютера;
- 3) Технологии обработки текстовой и графической информации;
- 4) Электронные таблицы;
- 5) Базы данных;
- 6) Логические основы компьютера;
- 7) Сетевые и коммуникационные технологии;
- 8) Алгоритмизация и программирование.

Результаты тестирования были обработаны с использованием системы анализа данных Deductor Studio. Данная система предназначена для задач интеллектуального анализа данных и позволяет выявить относящиеся к классу задач Data Mining зависимости между входными данными [3].

На рис. 1 приведен вид построенных карт Кохонена, отражающих результаты тестирования студентов по основным разделам информатики и информационных технологий. Карты Кохонена являются одним из эффективных средств кластерного анализа и позволяют выявлять общие закономерности и тенденции в массивах данных [4].

Как видим из рисунка, наилучшие результаты были показаны студентами по теме «Электронные таблицы», так как данная проекция имеет самый большой объем «красной» зоны, соответствующей наивысшим оценкам, при сравнительно небольшом объеме «синих» зон - низших оценок. Наибольшее число неудовлетворительных оценок было получено по теме «Логические основы компьютера». Минимальное число отличных оценок было получено по темам «Сетевые и коммуникационные технологии», «Алгоритмизация и программирование» и «Технологии обработки текстовой и графической информации».

При этом все студенты были разбиты на три кластера (с номерами 0, 1 и 2) в зависимости от показанных при тестировании знаний. Студенты с наиболее высокими результатами по теме «Алгоритмизация и программирование» вошли в нулевой кластер, расположенный в правой части карт Кохонена. Для этого кластера характерны высокий уровень усвоения тем №4, №8. Все остальные темы усвоены студентами данного кластера на приемлемом уровне (в целом, выше среднего по курсу). Но отдельные студенты данной группы нуждаются в ряде дополнительных занятий по изучению темы «Технологии обработки текстовой и графической информации». Конкретные фамилии студентов, вошедших в данный кластер, при этом можно просмотреть на соответствующей вкладке Таблица визуализатора карт Кохонена.

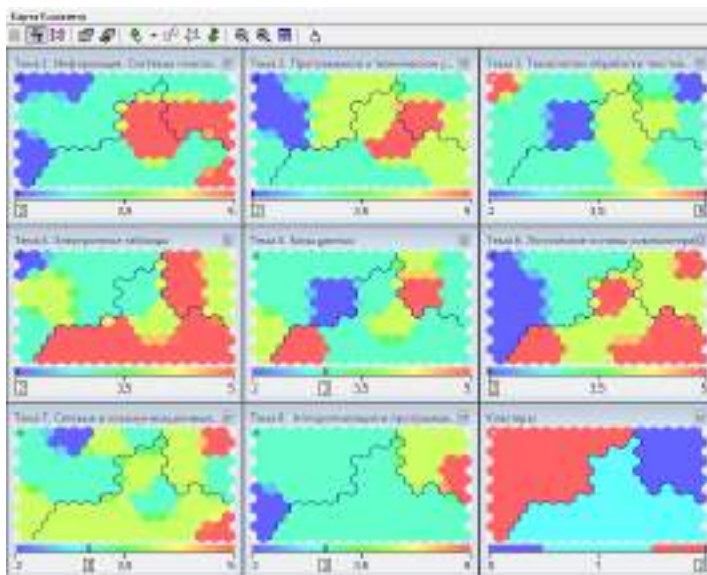


Рис. 1. Кластерное разбиение результатов контроля знаний студентов с использованием самоорганизующихся карт Кохонена

Студенты со средним уровнем знаний вошли в первый кластер, расположенный в центральной зоне карт Кохонена. Эти студенты показали достаточно высокий уровень усвоения тем №4 и №6, но низкий уровень по теме №8. Остальные темы усвоены ими на среднем уровне, что, в целом, говорит об определенных пробелах в знаниях отдельных студентов. Но, тем не менее, данные пробелы могут быть успешно ликвидированы в ходе учебных занятий.

Самые низкие результаты показали студенты второго кластера, расположенного в левой части карт Кохонена. Все студенты данной группы показали крайне низкие результаты по темам №1, №6, №8 и недостаточно высокие результаты по остальным темам. Очевидно, что дальнейшее формирование профессиональных компетенций у данной группы студентов будет очень затруднено ввиду больших пробелов в знаниях студентов. Ликвидация этих пробелов будет возможна только в ходе очень значительного объема дополнительных занятий.

Для дальнейшего прогнозирования успеваемости студентов в системе Deductor Studio было построено Дерево решений, позволяющее выявить наиболее значительные факторы для отнесения студента к тому или иному кластеру. Кроме этого, был построен визуализатор Древа решений, позволяющий определять принадлежность студента к кластеру в зависимости от изменения знаний по отдельным темам. С помощью данного визуализатора «Что-если» (рис. 2) можно увидеть, перейдет ли студент в другой кластер по-

сле улучшению знаний по определенному разделу. В данном случае кластер №2 соответствует группе самых низко успевающих студентов.

Поле	Значение
3.0 Тема 1. Информационные Системы счисления	2
3.0 Тема 2. Программирование и технологии устройств компьютера	3
3.0 Тема 3. Технологии обработки текстовой и графической информации	3
3.0 Тема 4. Электронные таблицы	3
3.0 Тема 5. Базы данных	3
3.0 Тема 6. Логические основы компьютера	3
3.0 Тема 7. Сетевые и клиент-серверные технологии	2
3.0 Тема 8. Алгоритмизация и программирование	3
12 Номер кластера	2
12 Номер кластера Номер правила	1
1.0 Номер кластера Поддержка, 0	36.8421053631579
1.0 Номер кластера Достоверность, 0	100

Рис. 2. Визуализатор «Что-если» Деревя решений оценки качества знаний студентов

В качестве заключения можно заметить, что предложенная кластерная методика анализа тестовых знаний студентов носит достаточно общий характер и может быть применена и к другим задачам оценки качества знаний. Данная методика позволяет провести разбиение студентов на группы в зависимости от нескольких совместно рассматриваемых критериев отбора (в данном случае, от результатов тестирования студентов по различным разделам основной образовательной программы), после чего можно планировать индивидуальную работу с каждой из выявленных групп студентов. Своевременное выявление отдельных пробелов в знаниях и организация дополнительных тематических занятий позволит помочь студентам овладеть всеми требуемыми компетенциями, и, как следствие, поможет сформировать у них все необходимые для будущей профессии знания, умения и навыки.

Библиографический список

1. *Иванова Г.Р.* Программное обеспечение образовательного процесса направления подготовки бакалавров 080500 "Бизнес-информатика" // Актуальные проблемы преподавания социально-гуманитарных, естественно-научных и технических дисциплин в условиях модернизации высшей школы. Материалы международной научно-методической конференции. – Уфа: Башкирский ГАУ, - 2014. - С. 115-117.

2. *Шамсутдинова Т.М., Прокофьева С.В.* Междисциплинарные связи в формировании профессиональной компетентности студентов// Актуальные

вопросы развития науки. Сборник статей Международной научно-практической конференции: в 6 частях. – Том 3. – Уфа, 2014. - С. 185-187.

3. *Шамсутдинова Т.М.* Использование технологии Data mining для решения задач оптимизации // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2012) : сб. статей II международной заочной научно-технической конференции / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2012. - Т. 3. - № 2. - С. 381-385.

4. *Аникин В.И., Карманова А.А.* Анализ и визуализация кластеризации многомерных данных нейронной сетью Кохонена в электронных таблицах // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2015) : сб. статей V международной заочной научно-технической конференции. Ч. 1 / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во: ПВГУС, 2015. – № 5-1. - С. 33-41.

© *Шамсутдинова Т.М.* , 2016

УДК 621.396

Е.М. Шантуров*

**Шантуров Евгений Михайлович, аспирант*

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики, г. Самара

shanturov-em@yandex.ru

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЯХ

Ключевые слова: беспроводная связь, кооперация, иерархическая модуляция, помехоустойчивость, ретрансляция.

В статье рассматриваются способы, повышающие эффективность передачи данных, применение иерархической модуляции и технологии кооперации в беспроводной сети, делается вывод о целесообразности совместного использования двух технологий.

В беспроводных сетях ширина полосы частот передачи - ограниченный ресурс. Если учесть, что спрос на мобильную связь быстро увеличивается, важно эффективно использовать радиочастотные ресурсы. В настоящей статье будут рассмотрены два основных способа, которые, по мнению автора, повышают эффективность передачи данных.

Как представляется, первым способом, повышающим эффективность передачи данных, является кооперативная связь (кооперация, сотрудничество). Технология кооперативной связи рассмотрена в [1-3], где ретрансляция является методом передачи данных, в которой используются различные алгоритмы обработки сигналов в кооперативном узле (кооператоре, ретрансляторе). После обработки, сигналы передаются на следующий ретранслятор или на оконечное устройство линии связи (рис. 1). В данной статье рассмотрим простейший случай использования кооперации, с одним источником, кооператором и адресатом.

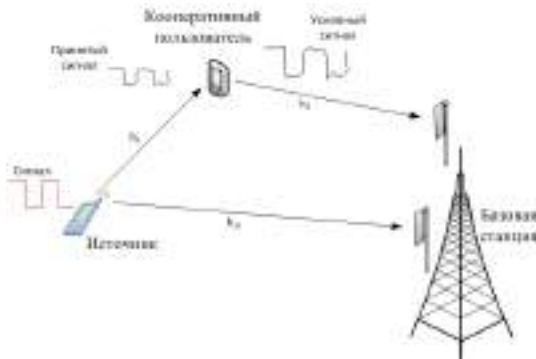


Рис. 1. Пример кооперативной связи

Промежуточная ретрансляция позволяет осуществить пространственное разнесение сигнала, а на приёмной стороне применить метод комбинирования максимального отношения сигнал/шум (MRC). В представленной схеме источник (Ис) передает данные на частоте f_1 , а базовая станция (БС) принимает эти данные. Кооперативный пользователь (Кп) также принимает данные от источника и с минимальной временной задержкой, без обработки сигнала, а лишь усилив его, ретранслирует сигнал на другой восходящей частоте f_2 . БС принимает оба сигнала, и далее обрабатывает их согласно алгоритму MRC.

Принятые сигналы могут быть представлены следующим образом:

$$Y_{\text{Ис.БС}} = \sqrt{P} h_{\text{Ис.БС}} x + n_{\text{Ис.БС}}, \quad (1)$$

$$Y_{\text{Ис.Кп}} = \sqrt{P} h_{\text{Ис.Кп}} x + n_{\text{Ис.Кп}}, \quad (2)$$

где $h_{\text{Ис.БС}}$ и $h_{\text{Ис.Кп}}$ являются каналами с замираниями между источником и кооперативным пользователем, источником и пунктом назначения, соответственно. Переменные $n_{\text{Ис.Кп}}$ и $n_{\text{Ис.БС}}$ обозначают аддитивный белый гауссовский шум (АБГШ) с нулевым математическим ожиданием и дисперсией N_0 . В данном способе кооператор усиливает принятый сигнал от источника и передает его к адресату, для подбора коэффициента усиления измеряется мощность принимаемого сигнала. Кооперативный партнер делает это путем простого масштабирования принимаемого сигнала на коэффициент, который обратно пропорционален принимаемой мощности, следовательно, мощность каждого принимаемого сигнала должна измеряться. Коэффициент усиления обозначается как:

$$\beta = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{P|h_{\text{Ис.Кп}}|^2 + N_0}}, \quad (3)$$

Сигнал переданный от кооператора, таким образом, задан как $\beta Y_{\text{Ис.Кп}}$ и имеет мощность P , равную мощности сигнала, передаваемого от источника. Кооперативный пользователь усиливает принятый сигнал и передает его к адресату с мощностью P . Принимаемый сигнал в оконечном устройстве определяется как:

$$Y_{\text{КпБС}} = \frac{\sqrt{P}}{\sqrt{P|h_{\text{Ис.Кп}}|^2 + N_0}} h_{\text{КпБС}} Y_{\text{Ис.Кп}} + n_{\text{КпБС}}. \quad (4)$$

Здесь $h_{\text{Кп.БС}}$ коэффициент канала от кооператора до приемника, и $n_{\text{Кп.БС}}$ аддитивный шум.

Зная коэффициенты канала $h_{\text{Ис.БС}}$ (между Ис и БС) и $h_{\text{Кп.БС}}$ (между Кп и БС), адресат обнаруживает переданные символы при совместном комбинировании принятых сигналов $Y_{\text{Ис.БС}}$ от источника и $Y_{\text{Кп.БС}}$ от кооператора. MRC достигает максимально возможную производительность путем умножения каждого входного сигнала с соответствующим усилением сопряженного канала. Результирующий сигнал имеет следующий вид:

$$Y_{\text{БС}}[n] = h_{\text{Ис.БС}}[n] Y_{\text{Ис.БС}}[n] + h_{\text{Кп.БС}}[n] Y_{\text{Кп.БС}}[n]. \quad (5)$$

Условия моделирования системы представлены в табл. 1 [4].

Таблица 1.

Условия моделирования системы с кооперацией

Метод кооперации	Усиление и передача
Количество передаваемых бит	100e3
Схема модуляции	BPSK
Количество кооператоров	1
Диапазон отношения С/Ш	от 0 до 10 дБ
Метод комбинирования на приеме	MRC

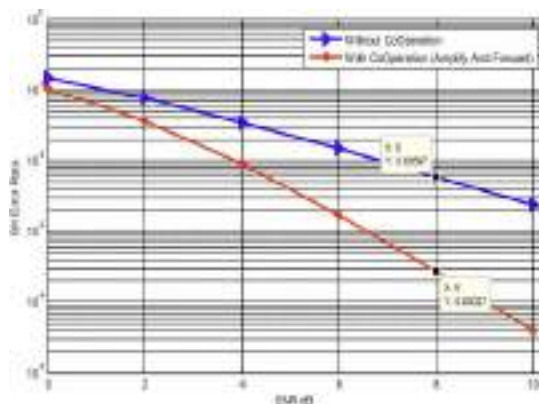


Рис. 2. График вероятности ошибки с методом ВП [4]

На графике (рис. 2) по оси абсцисс откладывается изменение отношения С/Ш в дБ, по оси ординат откладывается значение вероятности ошибки. Синей линией показана характеристика системы с прямым каналом источник-приемник (без кооперации). Красной линией показана характеристика системы с использованием метода кооперации и MRC. По графику можно сделать вывод о том, что применение кооперации дает преимущество в помехоустойчивости по сравнению с прямым каналом, что делает передачу более эффективной.

Вторым способом, который рассматривается в данной работе, является иерархическая модуляция. В данном случае используется метод обработки сигналов для мультиплексирования и модуляции нескольких потоков данных в один. После чего образуется сигнальное созвездие, где символы разделены на базовый уровень и расширенный. Рассмотрим случай, где базовый уровень обладает более высокой помехоустойчивостью, который представляет собой QPSK. Расширенный уровень менее помехоустойчив и является 16 QAM. Мобильные терминалы с хорошими условиями канала могут декодировать все уровни, включая биты наименее помехоустойчивых уровней, в то время как

терминалы с плохими условиями приема могут декодировать только биты базового уровня (рис. 3).

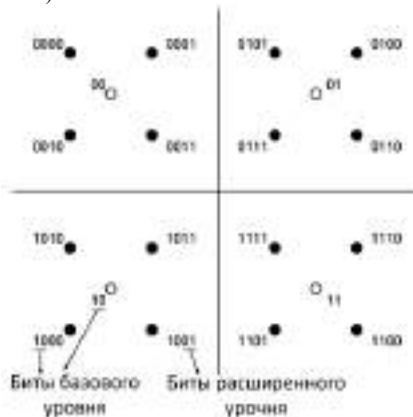


Рис. 3. Пример иерархической модуляции 4/16 QAM

Данная технология может успешно применяться там, где необходимо разделить поток данных на два разных по помехоустойчивости потока, чтобы пользователи с различным качеством канала могли принимать свои данные, как это показано в [5]. В работе [6] рассчитываются вероятности ошибок на приёмной стороне при использовании пространственного разнесения сигнала и различного комбинирования (сдвига) в сигнальном созвездии базового и расширенного уровня. В работе [7] рассмотрена иерархическая модуляция при передаче через несколько ретрансляторов, тем самым позволяя уменьшить количество стадий ретрансляции.

Представленные в статье технологии имеют большой потенциал. Кооперативная связь дает дополнительный выигрыш в отношении сигнал/шум на приеме, что позволяет использовать иерархическую модуляцию с более высоким порядком сигнального созвездия и передавать больше данных. Считаю необходимым рассмотреть применение рассмотренных технологий вместе для достижения высоких показателей эффективности передачи данных при различных условиях передачи.

Библиографический список

1. Dohler, M. Cooperative communications: hardware, channel & phy [Text] / M. Dohler, Y. Li – Wiley & Sons, February 2010.– 464 p.
2. Fitzek, F. H. P. Cooperation in Wireless Networks: Principles and Applications - Real Egoistic Behavior is to Cooperate! [Text] / F. H. P. Fitzek, M. Katz – Dordrecht: Springer, 2006. – 641 p.
3. Hong, P. Y. -W. Cooperative Communications and Networking: Technologies and System Design [Text] / P. Y. -W. Hong, W. J. Huang, J. C. -C. Kuo – NY.: Springer, 2010. – 421 p.

4. *Rahat, A. K.* Performance Analysis of Cooperative Communication Protocols [Text] / A. K. Rahat, A. A. Muhammad, A. S. Asad // Journal of Emerging Trends in Computing and Information Sciences. – 2012 – №7 – P. 1103 – 1127.

5. *Елисеев С.Н.* Трансляция мультимедиа контента в зоне вещания с многонациональным населением // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. - 2015. - Том 9. - №7. - С. 11-15.

6. *Souto N.M.B.* On the BER Performance of Hierarchical M-QAM Constellations With Diversity and Imperfect Channel Estimation [Text] / N.M.B. Souto, F.A.B. Cercas, R.Y.M. Dinis and J.C.M. Silva, // Communications, IEEE Trans. on., – 2007. – Vol. 55, Issue.10, – P.1852-1856.

7. *Tae min P.* Multi-hop transmission and routing with hierarchical modulation [Text] / P. Tae min, L. Joonsoo, K. Dooyoung, K. Chongkwon // EURASIP Journal on Wireless Communications and Networking, – 2012. – 2012:240. – P. 1 – 12.

© Шантуров Е.М., 2016

УДК 681.5.034

Е.П. Шевченко***Шевченко Евгений Петрович, к.т.н., доцент**Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.*kapraz3@yandex.ru**С.С. Олифер*****Олифер Семен Сергеевич, бакалавр**Технологический университет (МГОТУ), г. Королев, МО.*semenolifer@mail.ru

ВЛИЯНИЕ ИМПУЛЬСНЫХ ПОМЕХ НА ЭЛЕКТРОННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КАБЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Ключевые слова: импульсные помехи, цифровые сети, структурированные кабельные сети.

Рассмотрены вопросы, связанные с анализом влияния импульсных помех на цифровое электронное оборудование структурированных кабельных систем.

Работа современного предприятия практически невозможна без многочисленных источников электромагнитных помех создаваемых различным высокочастотным оборудованием, электротехническими устройствами и установками промышленного, транспортного, научного, бытового и иного назначения [1-5]. Все эти помехи оказывают свое негативное воздействие на работу цифрового электронного оборудования (ЦЭО) структурированных кабельных сетей (СКС) этих предприятий. Осуществим расчет электромагнитных помех возникающих при различных переходных импульсных процессах. Такие помехи могут иметь как случайный, так и детерминированный характер [6-8]. Частотный диапазон помех довольно широк и может быть как довольно узким, так и широким. Уровень помех зависит от целого ряда различных факторов, таких как скважность, длительность импульса, крутизны фронта и среза [9-11].

Типичные параметры импульсных помех, возникающих при переходных процессах в различных источниках электротехнических предприятий, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Параметры импульсных помех

Источники помех	Частота повторения, с ⁻¹	Длительность импульса, с
Люминесцентные лампы	10 ²	10 ⁻⁷
Системы зажигания	10 ² - 10 ³	10 ⁻⁸
Реле	10 ³	10 ⁻⁷
Коллекторные двигатели	10 ³	10 ⁻⁸
Выключатели:	10 ⁻⁴ - 10 ⁻³	10 ⁻⁶ - 10 ⁻⁷

Наиболее распространенными являются два типа переходных процесса: скачок и импульс (рис. 1).

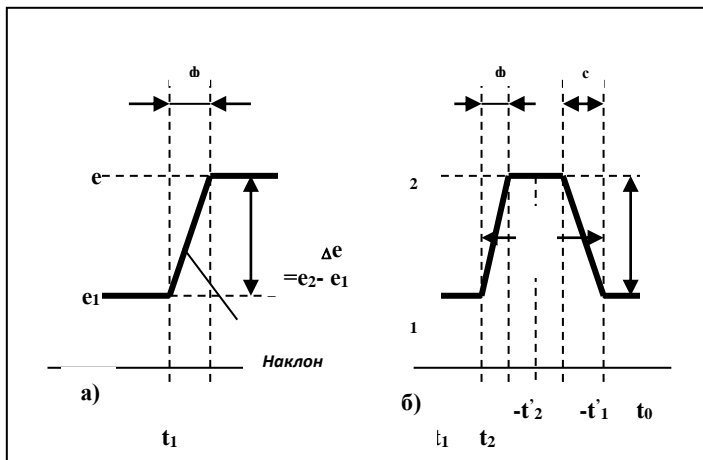


Рис. 1. Геометрическая интерпретация переходных процессов:

а – скачок; б – импульс

Начальный и конечный уровень помех этих типов могут иметь любые значения, включая нулевое. При полосе пропускания ЦЭО $\Pi_{ц} \ll \tau^{-1}$ (широкополосные помехи) напряжение, наводимое в ЦЭО $U_{п}$ можно определить с помощью интеграла свертки, который можно привести к виду:

$$U_{п} = K_{св} \tau \Delta e [(\sin \pi f \tau) / \pi f \tau] e^{j\pi f \tau} \Pi_{ц},$$

причем, для $\Pi_{ц} \ll \tau^{-1}$ получаем

$$U_{п} = K_{св} \tau \Delta e \Pi_{ц}, \tag{1}$$

где: $K_{св}$ – коэффициент связи источника помех с ЦЭО.

В этом случае $(\sin \pi f \tau) / \pi f \tau \approx 1$, а коэффициент сдвига фаз $e^{j\pi f \tau}$ относительно постоянен. Заметим, что в общем случае, уровень и форма импульса помехи определяются полосой пропускания цифрового устройства.

Согласно [5-7], мощность внутреннего шума приемника, приведенного к его входу, может быть найдена исходя из выражения:

$$P_{ш} = K_{ш} k T \Pi_{п}, \text{ Вт}, \tag{2}$$

где: $K_{ш}$ – коэффициент шума приемника; $kT = 4 \times 10^{-21}$ Вт/Гц (при $T = 300$ К); $\Pi_{п}$ – полоса пропускания приемника.

Если входное сопротивление приемника равно $Z_{вх}$, то в этом случае напряжение внутреннего шума будет равно:

$$U_{ш} = (Z_{вх} K_{ш} k T \Pi_{п})^{0.5}. \tag{3}$$

Для широкополосного источника импульсных помех, согласно (1) и (2), отношение помеха/шум на входе ЦЭО может быть определено как:

$$\rho_{п.шш} = U_{п}/U_{ш} = K_{св} \tau_{\Delta} \Pi_{ц} (Z_{вх} K_{ш} k T \Pi_{ц})^{-0.5} = K \Pi_{ц}^{0.5}. \quad (4)$$

Зависимости уровней помех в ЦЭО от узкополосных и широкополосных источников помех, представлены на рис.

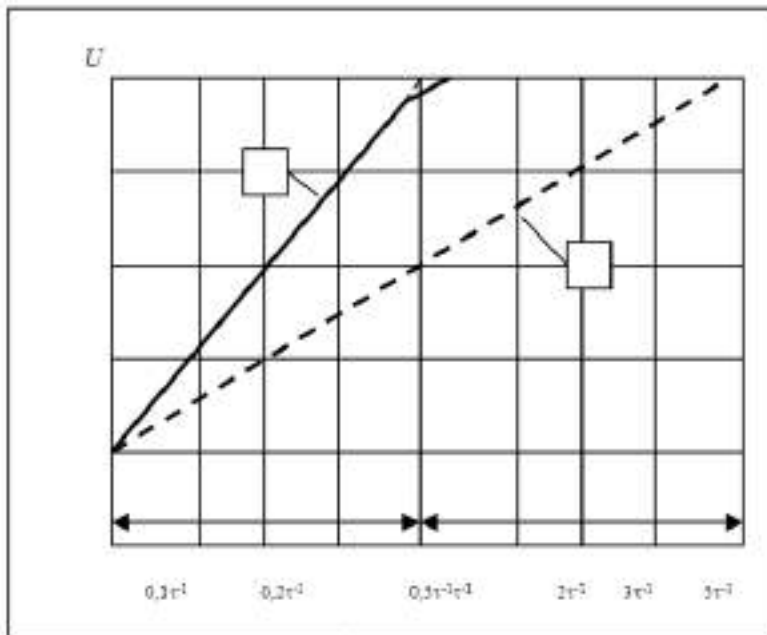


Рис. 2. Зависимости уровней помех от полосы пропускания ЦЭО, где:

$$1 - U_n = f(\tau^{-1}); 2 - U_{ш} = f(\tau^{-1})$$

Из представленных зависимостей видно, что пока соблюдается неравенство $\Pi_{ц} < \tau^{-1}$ расширение полосы пропускания ЦЭО делает его более чувствительным к импульсной помехе. Если $\Pi_{ц}$ начинает приближаться к τ^{-1} , то в этом случае большая часть составляющих импульса с энергией около 90% будет попадать в полосу пропускания цифрового электронного оборудования.

Заметим, что амплитуда помехи $U_{п.отн.}$ на рис. 2, берется относительно уровня

$$U_{п} = K_{св} \tau_{\Delta} \Pi_{ц}.$$

При полосе пропускания ЦЭО $\Pi_{ц} \gg \tau^{-1}$ (узкополосные помехи) практически вся мощность помехи попадает в ЦЭО. В этом случае напряжение помехи, наводимое в ЦЭО, будет:

$$U_{п} = K_{св} \Delta e, \quad (5)$$

Дальнейшее увеличение полосы пропускания ЦЭО не влияет на уровень помехи наводимой в цифровом оборудовании. Отношение помеха/шум, в этом случае, будет определяться как:

$$\rho_{п. ун} = U_{п}/U_{ш} = K_{св\Delta} e^{(Z_{вх} K_{ш} k T \Pi_{ц})^{0.5}} = K(\tau \Pi_{ц}^{0.5})^{-1}. \quad (6)$$

Следовательно, при воздействии на оборудование узкополосной помехи отношение помеха/шум будет обратно пропорционально квадратному корню из полосы пропускания ЦЭО, что полностью совпадает с известными результатами по статистической радиотехнике [10-12].

Зависимость отношения помеха/шум (ОПШ) в ЦЭО при воздействии узкополосного и широкополосного источника помех, представлена на рис. 3.

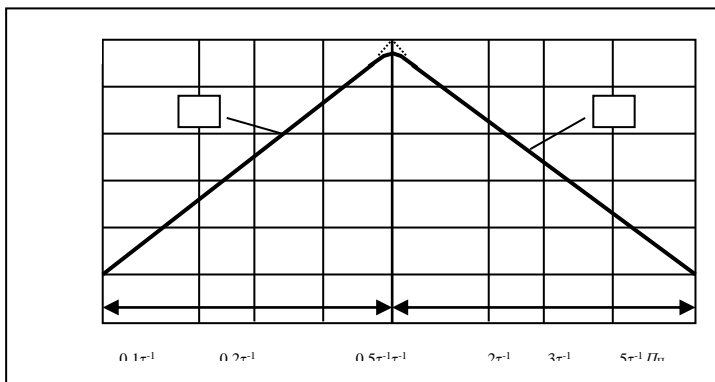


Рис. 3. Зависимость ОПШ от полосы пропускания ЦЭО, где:

$$1 - \rho_{п. ун} = f(\tau^{-1}); 2 - \rho_{п. ун} = f(\tau^{-1})$$

Из представленной зависимости видно, что увеличение полосы пропускания ЦЭО также ведет к снижению его восприимчивости к воздействующим помехам, однако такой подход уменьшения уровня помех для практических решений является неприемлемым. Заметим, что при одновременном воздействии широко- и узкополосных источников помех ЦЭО будет вести себя независимо по отношению к каждому из них.

Библиографический список

1. Артюшенко, В. М. Мультимедийные гибридные сети [Текст] / В.М. Артюшенко, А.К. Гуреев, В.В. Абраменков, Енютин К.А.: монография. – М.: МГУС, – 2007. – 94 с.
2. Артюшенко, В. М. Структурированные кабельные системы [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова // Учебное пособие / Под ред. д-ра техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ГОУ ВПО «МГУС». – М., – 2005. – 150 с.
3. Артюшенко, В. М. Проектирование мультисервисных систем в условиях воздействия внешних электромагнитных помех [Текст] / В. М. Артюшенко,

Т.С.Аббасова // Монография / под науч. ред. док.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко, ФГОУВПО РГУТиС. – М., 2011. 110 с.

4. Автосервис: станции технического обслуживания автомобилей: Учебник [Текст] / И.Э. Грибут, В. М. Артюшенко, Н.П. Мазаева и др. / Под ред. В.С. Шуплякова, Ю.П. Свириденко. – М.: Альфа-М: ИНФРА-М, – 2008. – 480 С.

5. *Артюшенко, В. М.* Статистические характеристики сигналов и помех радиотехнических устройств ближнего действия [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И.Воловач, В.В. Иванов // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. – 2014. – Т.57. – №7. – С.46–50.

6. *Artyushenko V. M., Volovach V. I.* Threshold method of measurement of extended objects speed of radio engineering devices of short-range detection // Proceedings of IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS'2014). Kiev, Ukraine, September 26-29, 2014– 2014. KNURE, Kharkov. – PP. 220-223.

7. *Артюшенко, В. М.* Особенности отражения зондирующих сигналов радиотехнических устройств обнаружения от протяженных объектов сложной формы [Текст] / В.М. Артюшенко, В.И.Воловач // Школа университетской науки: парадигма развития. 2012. №2-6. С.42-46.

8. *Артюшенко, В. М.* Анализ эффективности уменьшения межкабельных переходных помех в экранированных кабельных системах [Текст] / В.М. Артюшенко, К.А. Енютин, М.Н. Буткевич //Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. –Т.5. –№1. –С.19 – 23.

9. *Артюшенко, В. М.* Схемы подключения управляющего и измерительного оборудования в системах автоматизации и жизнеобеспечения зданий [Текст] / В. М. Артюшенко, В.А. Корчагин //Электротехнические и информационные комплексы и системы. – 2009. –Т.5. –№3. С.3 – 11.

10. *Артюшенко, В. М.* Обработка информационных параметров сигнала в условиях аддитивно-мультипликативных негауссовских помех [Текст] / В.М. Артюшенко: монография. – Королев МО: Изд-во «Канцлер», 2014. – 298 с.

11. *Артюшенко, В. М.* Защита структурированных кабельных систем от внешних электромагнитных воздействий [Текст] / В.М. Артюшенко // Промышленный сервис. – 2005. – №3. – С.20-27.

12. *Артюшенко, В. М.* Информационные технологии и управляющие системы: монография [Текст] / В.М. Артюшенко, Т.С. Аббасова, Ю.В. Стрелалюк, В.И. Привалов, В.И. Воловач, Е.П. Шевченко, В.М. Зимин, Е.С. Харламова, А.Э. Аббасов, Б.А. Кучеров /под науч. ред. док.техн. наук, проф. В.М. Артюшенко. – М.: Издательство «Научный консультант», 2015. – 185 с.

© Шевченко Е.П., Олифер С.С., 2016

УДК 621.317, 615.471

А.Ф. Шишкина***Шишкина Анна Федоровна, к.т.н., доцент**Уфимский государственный авиационный технический университет, г. Уфа
spnio@mail.ru***К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННЫХ ЭФФЕКТОВ НА
УСТОЙЧИВОСТЬ ЭЛЕКТРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ***Ключевые слова: электроакустическая система, самовозбуждение, устойчивость, интерференционные эффекты**Рассмотрено влияние интерференционных эффектов на вероятность самовозбуждения электроакустической системы.*

В процессе функционирования электроакустической системы на ее вход поступает множество сигналов, некоторые из которых могут являться когерентными. Когда речь идет о когерентных сигналах, необходимо учитывать их способность интерферировать, то есть усиливать или ослаблять друг друга в результате наложения. При усилении сигналов образуются пучности, являющиеся активными частотными зонами, на которых наиболее вероятно наступление самовозбуждения системы [1, 2].

Одним из основных способов исследования сигнала, полученного в результате интерференции, является усреднение его мощности по времени [3]. Выраженность интерференционного эффекта зависит от длительности промежутка времени усреднения, поэтому выбирается достаточно продолжительный промежуток времени, который, однако, при рассмотрении акустических сигналов не может быть больше, чем время устойчивого самовозбуждения системы. В локальных электроакустических системах это время сопоставимо с периодом сигнала самовозбуждения, а он является малой величиной, в связи с чем не имеет смысла говорить об устойчивых интерференционных эффектах при рассмотрении речевых сигналов. Тем не менее, даже неустойчивые интерференционные эффекты оказывают влияние на устойчивость электроакустической системы.

Пусть $P_t = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t u^2(x) dx$ и $P_{t-\tau} = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t u^2(x-\tau) dx$ средние по времени мощ-

ности каждого из двух интерферирующих сигналов, где τ – время запаздывания; $u(x)$ и $u(x-\tau)$ – «основной» сигнал и его повторение соответственно; $r(t, \tau)$ – величина, характеризующая степень когерентности сигналов $u(x)$ и $u(x-\tau)$. Тогда запишем среднюю мощность результирующего сигнала за время T , отнесенную к моменту времени t :

$$P(t) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t [u(x) + u(x-\tau)]^2 dx = P_t + P_{t-\tau} + 2r(t, \tau)$$

В случае, когда функция r , характеризующая степень когерентности сигналов, равна нулю при любых значениях t и τ , сигналы не интерферируют. Если же функция r принимает ненулевое значение при каких-либо значениях t и τ , то сигналы будут интерферировать при наложении. Среднее значение коэффициента когерентности r определяется следующим образом:

$$r_{cp}(t, \tau) = \frac{1}{T} \int_{t-T}^t u(x) \cdot u(x - \tau) dx \quad (1)$$

Выражение (1) определяет расположение максимумов и минимумов в интерференционной картине при сложении двух сигналов.

В период самовозбуждения системы сигнал в ней можно с большой степенью точности считать гармоническим [4]. В таком случае зависимость средней мощности от τ соответствует (1) с точностью до постоянного множителя. Следовательно, функция $r_{cp}(t, \tau)$ позволяет определить расположение тех активных частот, на которых самовозбуждение системы наиболее вероятно.

Графики зависимости коэффициента степени когерентности r от времени запаздывания времени копии сигнала τ приведены на рис. 1. Расчеты и построение графиков выполнены в пакете MathCad. В обозначениях на графике $r2$ соответствует среднему значению коэффициента степени когерентности, $r3$, $r4$ и $r5$ – мгновенным значениям этого коэффициента при $t = 0$, $t = 0.3 T_c$ и $t = 0.6 T_c$ соответственно (T_c – период колебаний сигнала).

Построенные графики позволяют сделать вывод, что зависимости мгновенных и средних значений мощностей сходны по форме и зависят только от времени запаздывания τ . Амплитудные же значения полученных кривых весьма различны: мгновенные значения r могут меняться от 0 до ± 1 , а амплитуда усредненного r приблизительно в два раза меньше. Этот факт позволяет сделать вывод, что основную роль при самовозбуждении системы играет разность фаз сигнала и его запаздывающей копии.

В начале процесса самовозбуждения в электроакустической системе генерируется практически гармонический сигнал, амплитуда которого возрастает [4]. Для этого периода в (1) зафиксируем значение параметра τ и рассмотрим r как функцию времени T .

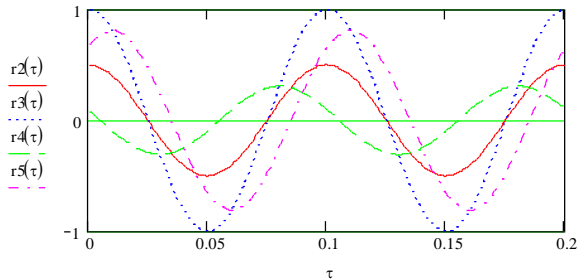


Рис. 1. Зависимости коэффициента r от времени запаздывания τ

На рис. 2 приведены графики зависимости безразмерных средней мощности (кривая r_2) и мгновенных мощностей (кривые r_3 , r_4 и r_5) от длительности периода следования сигнала, рассчитанные по (1). Значение τ принимается равным $0,01T$.

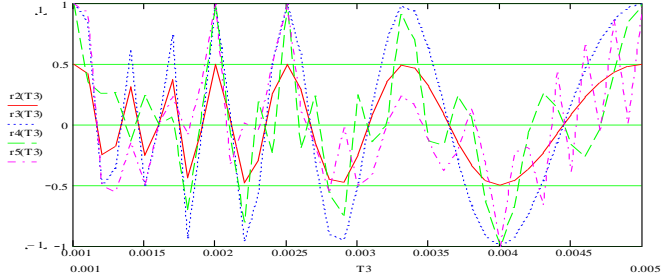


Рис. 2. Зависимости коэффициента r от длительности периода следования сигнала при $\tau = 0,01 T$

Из рис. 2 можно сделать вывод, что при малых значениях времени запаздывания копии сигнала τ возникновение самовозбуждения маловероятно. Это связано с тем, что положительные и отрицательные полуволны мощностей повторяются с одинаковой частотой, в результате чего в среднем за период микрофону передается нулевая энергия. С увеличением τ длительности положительных и отрицательных полуволн мощностей становятся все более различными, поэтому энергия одного из знаков начинает преобладать. Это может являться причиной начала самовозбуждения в электроакустической системе.

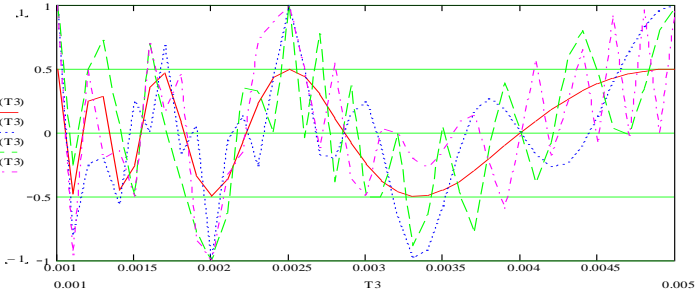


Рис. 3. Зависимости коэффициента r от длительности периода следования сигнала при $\tau = 0,005 T$

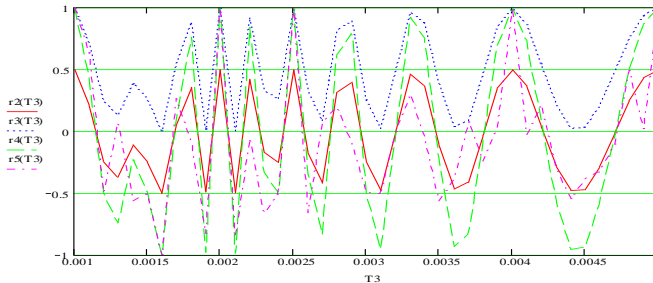


Рис. 4. Зависимости коэффициента r от длительности периода следования сигнала при $\tau = 0,02 T$

Для подтверждения высказанных предположений на рис. 3 и рис. 4 приводятся графики тех же зависимостей при двух различных значениях времени запаздывания – меньшем ($\tau = 0,005T$) и большем ($\tau = 0,02T$), чем $0,01 T$.

Полученные на рис. 3 и рис. 4 графики дают возможность оценивания количества пиковых значений мощности N при отсутствии отраженных сигналов. Примером такой ситуации может служить работа системы в открытом пространстве.

Графики подтверждают предположение, что с увеличением времени запаздывания τ увеличивается и число N , то есть увеличивается количество активных частот. При $\tau = 0,005 T$ число пиковых значений заметно меньше, чем при $\tau = 0,01 T$. Зависимости, построенные для $\tau = 0,02 T$, указывают на еще большее количество N . Такие результаты объясняются тем, что при $t = 0$ среднее и мгновенные значения степени когерентности r имеют положительные знаки (рис. 4), поэтому с ростом τ возрастает и вероятность самовозбуждения за счет копий сигнала. Однако при этом с увеличением времени τ среднее значение энергии, получаемой микрофоном за один период сигнала возбуждения, уменьшается.

Из вышесказанного можно сделать вывод, что устойчивость электроакустических систем определяется мгновенными значениями мощности звукового сигнала в исследуемой точке пространства. Количество «активных» частот и степень их «активности» определяются временем запаздывания копии сигнала и значением его начальной фазы. С увеличением времени запаздывания копии сигнала τ вероятность самовозбуждения возрастает. Данные выводы подтверждаются экспериментальными исследованиями [5, 6] и результатами численного моделирования.

Библиографический список

1. Шишкина А.Ф., Галиев А.Л., Галиева Р.Г. Частные критерии устойчивости электроакустических систем // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2013): сб. ст. III международной заочной

научно-технической конференции. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2013. – 424 с. – С. 373-376.

2. *Шишкина А.Ф.* Элементы и устройства повышения устойчивости электроакустических систем (развитие теории, исследования и разработка): диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук. Уфимский государственный авиационный технический университет. – Уфа, 2011. – 159 с.

3. *Beckmann P.* Reyleigh distribution and its generalizations // J. Res. Nat.Bur. Standards, 1964, D68. 9. – P. 927–932.

4. *Галиев А.Л., Галиева Р.Г., Шишкина А.Ф.* Об одном способе ослабления паразитной акустической обратной связи // Приборы и системы: управление, контроль, диагностика. – 2010. – № 2. – С. 32а-35.

5. *Шишкина А.Ф., Галиев А.Л.* Лабораторный стенд для исследования характера изменения частоты самовозбуждения локальных электроакустических систем // Современные проблемы науки и образования в техническом вузе: материалы Всероссийской научно-практической конференции (24-26 июня 2013 года, г. Стерлитамак). – Уфа: УГАТУ, 2013. – 295 с. – С. 141-145.

6. *Галиев А.Л., Шишкина А.Ф.* Лабораторный стенд для проведения экспериментов по оценке устойчивости локальных электроакустических систем // Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации (ITRT-2012): сб. ст. II международной заочной научно-технической конференции. Ч. 1. / Поволжский гос. ун-т сервиса. – Тольятти: Изд-во ПВГУС, 2012. – 440 с. – С. 363-368.

© *Шишкина А.Ф., 2016*

УДК 004.4

Т.С. Яницкая*

Яницкая Татьяна Сергеевна, к.т.н., доцент

Поволжский государственный университет сервиса (ПВГУС), г. Тольятти
yan@tolgas.ru

А.С. Ионов*

**Ионов Александр Сергеевич, студент*

Поволжский государственный университет сервиса (ПВГУС), г. Тольятти
orlicus@gmail.com

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПРОСМОТРА РАСПИСАНИЯ ЗАНЯТИЙ ФГБОУ ВПО ПВГУС

Ключевые слова: ПВГУС, расписание, Android, iOS, Windows, мобильные приложения.

В статье рассмотрено проектирование мобильных приложений для просмотра расписания занятий Поволжского государственного университета сервиса для следующих платформ: Android, iOS и Windows.

Уже несколько лет идет бурное развитие рынка мобильных устройств. В наше время практически каждый человек имеет смартфон и/или планшет. Этот факт порождает как новые возможности, связанные с тем фактом, что теперь любой человек носит в своем кармане полноценный компьютер с доступом к сети, так и новые проблемы, такие как необходимость адаптации веб-сайтов для удобной работы с мобильных устройств.

Альтернативой переработке сайтов стала разработка отдельных мобильных приложений, выполняющих тот же функционал, но предоставляющих пользователям знакомый и удобный интерфейс принятый в рамках операционной системы устройства. Также это позволяет задействовать те возможности устройства, которые недоступны сайтам. Например, доступность хотя бы части функционала без подключения к сети, экономия трафика за счет необходимости передачи только изменчивой информации, а не всей страницы целиком, а также отправка уведомлений, более полный доступ к службам геолокации и прочие возможности.

С этой же проблемой столкнулся Поволжский государственный университет сервиса. С одной стороны, здесь уже разработан сайт, на котором студенты и преподаватели могут в удобной форме просмотреть расписание занятий. С другой же, он совершенно не адаптирован для мобильных устройств.

Ввиду вышеописанных причин было принято решение о разработке мобильных приложений. Выбор пал на платформы Android, iOS и Windows, так как они являются доминирующими на этом рынке.

В качестве языков и средств разработки были выбраны соответственно Java и Android Studio, Swift и Xcode, C# и Visual Studio.

Для выполнения поставленной цели необходимо решить следующий задачи:

1. провести анализ программно-аппаратного обеспечения ФГБОУ ВПО «ПВГУС», используемое в процессе предоставления расписания учебных занятий пользователям;
2. разработать модель процесса предоставления расписания в его текущем виде;
3. провести анализ и выбор методологии, технологии и инструментальных средств разработки;
4. разработать модель будущего процесса предоставления расписания;
5. разработать архитектуру приложений;
6. разработать структуру модели данных;
7. разработать диаграммы последовательности;
8. разработать диаграммы состояний;
9. разработать приложения для Android, Windows, iOS.

Рассмотрим текущий механизм предоставления расписания конечному пользователю. Для этого была составлена диаграмма последовательности данной процедуры (рис. 1).

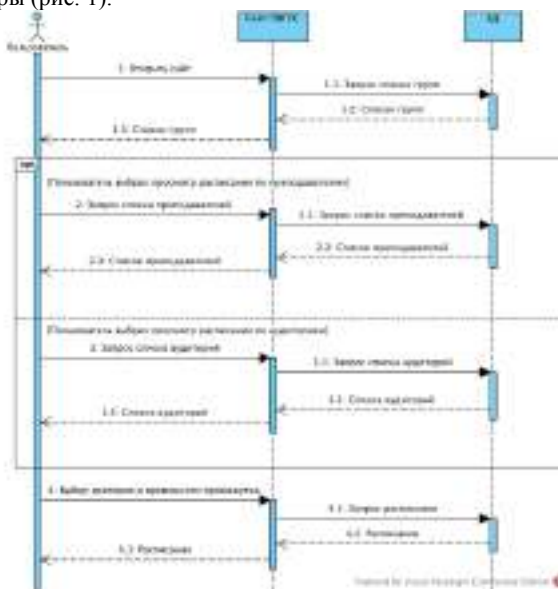


Рис. 1. Процесс предоставления расписания в текущем виде

Как видно из данной диаграммы, процесс довольно линейен и всегда повторяется. Сначала пользователь загружает страницу, и ему предлагается список групп для выбора и элементы управления для выбора временного промежутка. Если пользователь желает получить расписание по преподавателю или аудитории, то он может перейти на соответствующие страницы, воспользовавшись

специальными элементами управления. После выбора критерия поиска и временного промежутка пользователь может увидеть расписание.

Теперь рассмотрим процесс предоставления расписания с использованием мобильного приложения. Общий вид представлен на рисунке 2.

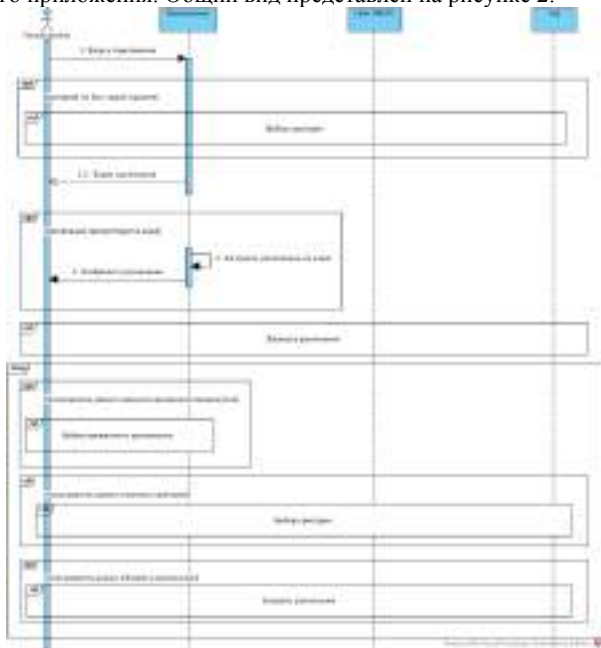


Рис. 2. Процесс предоставления расписания для мобильного приложения

Сразу после запуска приложения проверяется, был ли предварительно выбран критерий (группа, преподаватель или аудитория) для отображения расписания. Если нет, то пользователю предлагается сначала выбрать критерий.

Выбор временного промежутка при первом запуске приложения не требуется, так как он по умолчанию равен семи дням начиная с текущего числа.

Сразу после этого открывается основной экран приложения и предпринимается попытка загрузить данные из кэша, если данные присутствуют, то пользователю показываются результаты последнего удачного запроса.

Затем предпринимается попытка загрузить свежие данные с сайта ПВГУС. В случае успеха пользователь увидит обновленные данные, а также обновится содержимое кэша. Более подробно этот процесс представлен на рисунке 3.

Также пользователь может в любой момент перейти к экранам выбора критерия или даты, либо запросить обновление данных вручную.

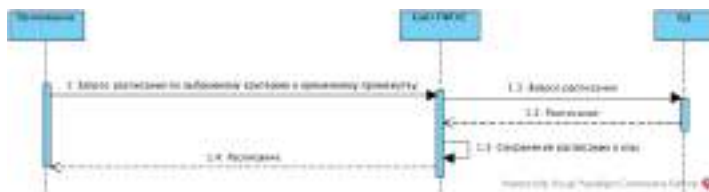


Рис. 3. Процесс загрузки расписания

Рассмотрим подробнее процесс выбора критерия (рис. 4).

Если пользователь уже выбирал критерий, то будет загружен список критериев того же типа. В противном случае будет загружен список групп.

Перед загрузкой списка критериев проводится проверка на его наличие в кэше, если данные там обнаруживаются, то пользователю показываются они, если нет – происходит загрузка данных с сервера и их сохранение в кэш. Однако, пользователь может в любой момент инициировать загрузку данных с сервера в принудительном порядке.

После выбора критерия пользователь будет перенаправлен на основной экран приложения.

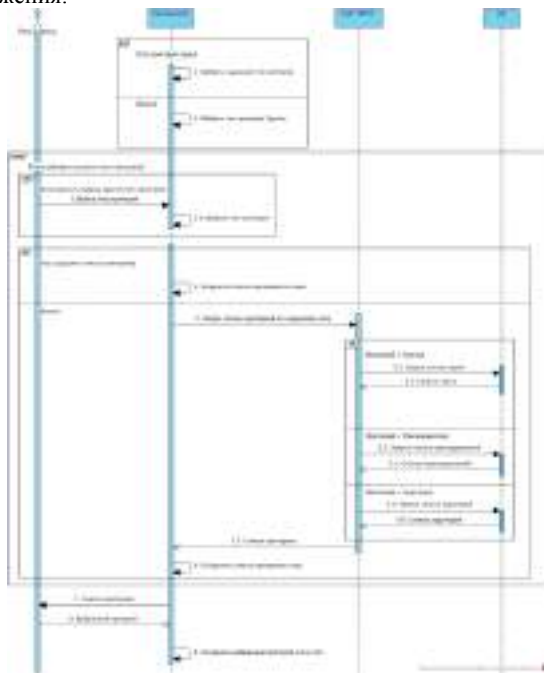


Рис. 4. Процесс выбора критерия

Теперь рассмотрим процесс выбора временного промежутка (рис. 5).

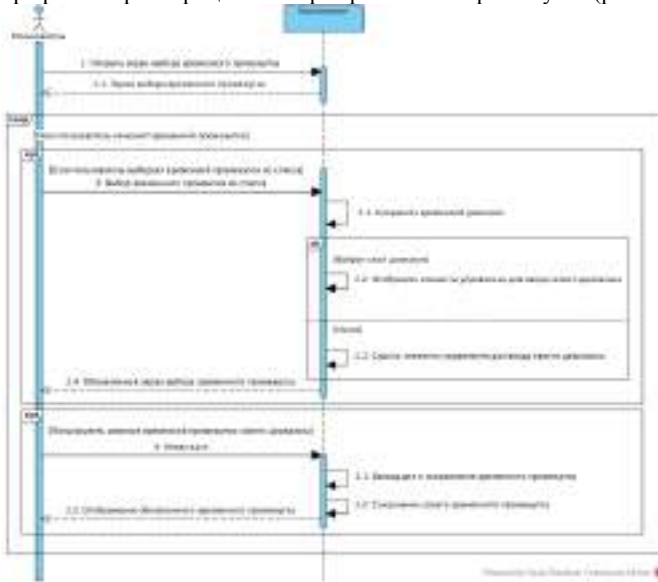


Рис. 5. Процесс выбора даты

При открытии экрана выбора временного промежутка пользователю предоставляется выбор из пяти стандартных диапазонов и своего варианта. Значением по умолчанию является промежуток в семь дней.

В случае выбора своего варианта, на экране появятся дополнительные элементы управления, которые позволят выбрать даты начала и конца диапазона вручную.

Рассмотрим структуру классов приложения на примере приложения для Android (рис. 6).

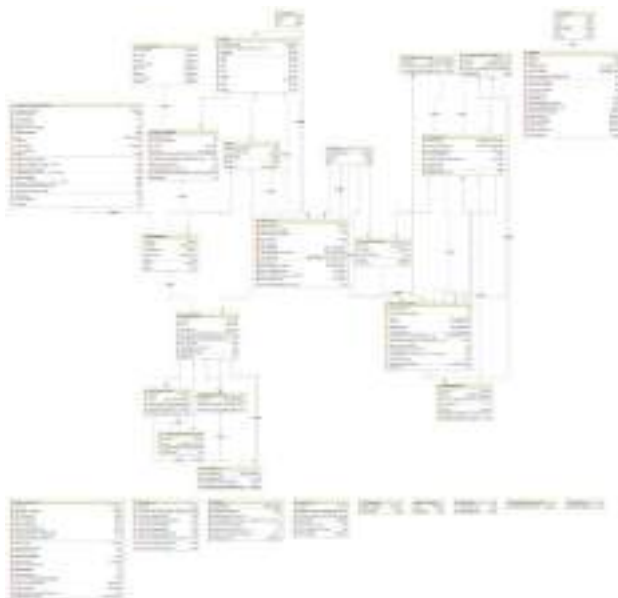


Рис. 6. Диаграмма классов Android приложения

Все классы можно условно разделить на несколько групп:

1. Модели, служат для представления данных:
 - а. Criterion – модель критерия
 - б. DateRange – модель диапазона дат
 - в. TimeRange – модель временного диапазон
 - г. Lesson – модель пары
 - д. Day – модель дня
2. Провайдеры, служат для доступа к данным из сети или различных хранилищ:
 - а. DataProvider – отвечает за получение списков критериев и расписания с сервера
 - б. CacheProvider – отвечает за работу с кэшем
 - в. PreferencesProvider – отвечает за работу с настройками
3. Утилиты, выполняют вспомогательные функции:
 - а. DateUtils – облегчает работу с датами
 - б. JSONUtils – облегчает работу с JSON
4. Активности и фрагменты, являются экранами приложения:
 - а. MainActivity – экран, загружающийся при старте приложения, выполняет вспомогательную функцию и выполняет перенаправление на экран просмотра расписания или выбора критерия
 - б. TimetableActivity – экран просмотра расписания
 - в. CriteriaActivity – экран выбора критерия

- г. `DateActivity` – экран выбора даты
- д. `DateFragment` – отвечает за содержимое экрана выбора даты
- 5. Собственные элементы управления:
 - а. `RobotoTextView` – используется вместо обычного `TextView` для поддержки идентичности шрифтов во всех версиях Android
 - б. `SwipeRefreshLayoutView` – используется для корректного отображения списка внутри `SwipeRefreshLayout`
 - в. `InnerRecyclerLayoutManager` – обеспечивает верный расчет высоты списка при использовании внутри другого списка
- 6. Модели для списков, служат для представления данных в списках:
 - а. `CriterionViewHolder` – модель критерия
 - б. `DayViewHolder` – модель дня
 - в. `LessonViewHolder` – модель пары
- 7. Адаптеры, служат для создания моделей списков на основе обычных моделей и связывания их с представлениями, а также содержат логику по работе со списком:
 - а. `CriterionTileAdapter` – адаптер критериев
 - б. `DayCardAdapter` – адаптер дней
 - в. `LessonTileAdapter` – адаптер пар
- 8. Слушатели, служат для выполнения действий в ответ на работу пользователя с интерфейсом:
 - а. `CriteriaSearchListener` – выполняет поиск по критериям
 - б. `CriteriaSwipeRefreshListener` – выполняет обновление списка критериев
 - в. `DaysSearchListener` – выполняет поиска по дням
 - г. `TimetableSwipeRefreshListener` – выполняет обновление расписания
- 9. Асинхронные задачи, служат для выполнения асинхронных операций:
 - а. `LoadCriteriaTask` – задача загрузки списка критериев
 - б. `LoadTimetableTask` – задача загрузки расписания
 - в. `TimetableApp` – класс приложения, выполняет первоначальную настройку и инициализацию.

В результате реализации данного проекта были разработаны мобильные приложения для просмотра расписания ФГБОУ ВПО ПВГУС под платформы Android, iOS и Windows. Данное решение позволило сэкономить средства на модернизации сайта и использовать потенциал мобильных устройств для облегчения пользователям доступа к расписанию.

Библиографический список

1. Харди Б., Филлис Б. Android. Программирование для профессионалов [Текст]. – СПб.: Питер, 2016 – 640 с.
2. Nathan A. Universal Windows Apps with XAML and C# Unleashed [Текст]. – Indianapolis: Sams, 2015. – 768 с.
3. Apple Inc. The Swift Programming Language (Swift 2.2) [Текст]. – Cupertino: Apple Inc., 2016. – 500 с.

4. *Apple Inc.* iOS Human Interface Guidelines [Текст]. – Cupertino: Apple Inc., 2016. – 228 с.

5. *Анфалов К.В., Литяев С.Н.*, Проектирование удаленной сетевой лаборатории CISCO [Текст]. – Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации, 2015. № 5. С. 49.

6. *Клочков Ю.С., Яницкая Т.С., Стрельников Е.А., Ярыгин С.А., Прохорова О.В.*, Методика моделирования бизнес-процессов, Проблемы машиностроения и автоматизации. 2005. № 4. С. 26-34.

7. *Яницкая Т.С., Болобанова М.А., Рывль О.А.*, Исследование принципов организации адаптивных систем баз знаний, Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации. 2015. № 5-1. С. 115-119.

© *Яницкая Т.С., Ионов А.С., 2016*

УДК 681.5

Т.С. Яницкая*

**Яницкая Татьяна Сергеевна, к.т.н., доцент*

*Поволжский государственный университет сервиса (ПВГУС), г. Тольятти
yan69@mail.ru*

Д.А. Ставинский*

**Ставинский Дмитрий Александрович, студент*

*Поволжский государственный университет сервиса (ПВГУС), г. Тольятти
diman.stavinskij2011@yandex.ru*

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ПРОДУКТА ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ СОЗДАНИЯ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

Ключевые слова: учебно-методический комплекс, архитектура клиент-сервер, жизненный цикл, веб-приложение, база данных, MySQL, PHP.

Рассмотрены вопросы, связанные с выбором инструментов для создания программного проекта.

Развитие высокоскоростных доступов во всемирную паутину с каждым годом меняет нашу жизнь. Еще десять лет назад трудно было себе представить, что на компьютер можно не устанавливать ни одной программы. Теперь это можно себе позволить, потому что все большее распространение среди пользователей получают веб-приложения, созданные на базе различных технологий для работы непосредственно в сети. Используя веб-приложения пользователь работает с материалами, сосредоточенными в информационном массиве непосредственно на отдаленном сервере.

Современные веб-приложения уже сопоставимы по своим возможностям с классическими десктопными приложениями. Но при этом могут быть доступны в любом месте и в любое время на компьютере, планшете или мобильном устройстве. Эти особенности делают веб-технологии очень привлекательными для решения широкого спектра задач.

Веб-приложения представляют собой особый тип программ, построенных по архитектуре "клиент-сервер". Особенность их заключается в том, что само Веб-приложение находится и выполняется на сервере - клиент при этом получает только результаты работы. Работа приложения основывается на получении запросов от пользователя (клиента), их обработке и выдачи результата. Передача запросов и результатов их обработки происходит через Интернет (рис. 1).

Достоинства браузерных приложений очевидны.

Во-первых, пользователь не нуждается в установке на свою машину тяжеловесного программного обеспечения. Все, что требуется для полноценной работы - это браузер, обычно поставляемый вместе с операционной системой, и доступ в Интернет.

Во-вторых, в роли администраторов веб-приложений выступают разработчики, которые работают в одном месте. В корпоративном секторе, например, это экономически гораздо выгоднее и эффективнее, чем содержание ко-

манды программистов и админов, занимающихся установкой и настройкой десктопных приложений на машинах пользователей.

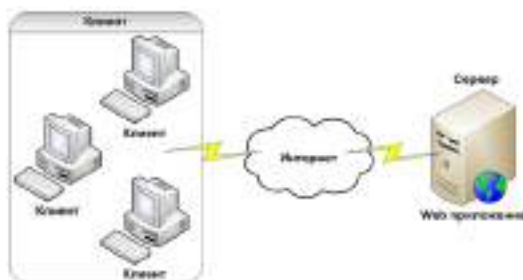


Рис. 1. Архитектура Веб-приложения

В третьих, веб-приложения не требовательны к ресурсам и не предъявляют никаких требований к аппаратной платформе. Это значит, что нет никакой разницы, сколько мегабайт оперативной памяти установлено на компьютере пользователя и из под какой операционной системы он работает. Лишь бы был браузер и доступ в Интернет, все остальное не так уж и важно.

Кроме того, нет никаких проблем с поддержкой старых версий программ и обратной совместимостью. Для веб-приложения существует только одна версия, в которой работают все пользователи, и в случае выхода новой все без исключения автоматически переходят на нее, порой даже не замечая этого.

И наконец, веб-приложения позволяют своим пользователям быть по-настоящему мобильными. По сути, вы можете работать в сети, сохранять результаты своей работы на сервере и иметь к ним доступ отовсюду, где есть выход в Интернет.

Было принято разработать программный продукт для поддержки создания учебно-методического комплекса. Программным продуктом выступит веб-приложение.

Разработка учебно-методического комплекса — одна из важных задач преподавателей. Преподавателю необходимо разработать от 1 до 3 методических комплексов. Каждый комплекс включает в себя рабочую программу, практикум, требования к курсовым работам или проектам.

Учебно-методический комплекс разрабатывается в соответствии с требованиями Федеральных государственных образовательных стандартов. На данный момент, проверка требований проходит 6 этапов проверки (рис. 2):

- 1) Автор — проверка преподавателем, который разрабатывал учебно-методический комплекс.
- 2) Рецензент — проверка преподавателем, который не участвовал в разработке учебно-методического комплекса.
- 3) Кафедра — проверка научно-методическим советом кафедры
- 4) Выпускающая кафедра — проверка заведующим кафедры.

5) Профессиональная методическая комиссия при институте — проверка библиотечкарем и учебно-методическим отделом.

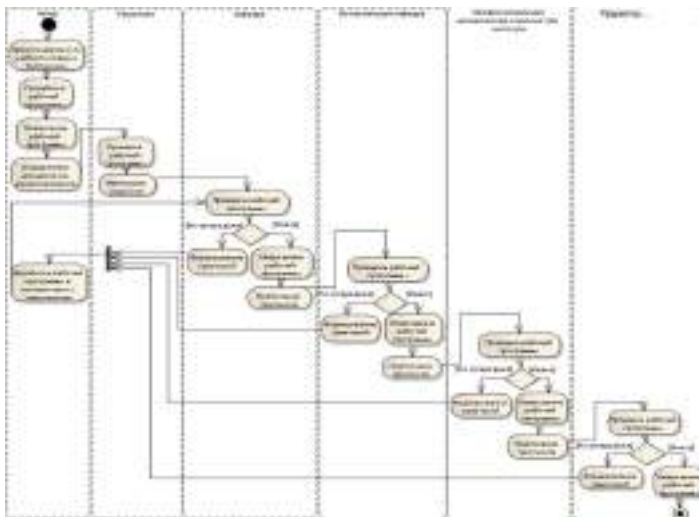


Рис. 2. Жизненный цикл проверки учебно-методического комплекса

6) Проректор — проверка проректором Наумовой Ольгой Николаевной.

На всех этапах проверки собираются замечания и возврат автору на доработку рабочей программы в соответствии с замечаниями.

На втором этапе Рецензент пишет рецензию для учебно-методического комплекса.

С третьего по пятый этап происходит подписание протокола.

На шестом — происходит само утверждение программы.

Для разработки веб-приложения необходимо разработать структуру базы данных и развернуть данную базу на сервере.

В корпусе факультета «Информационный и электронный сервис» используется баз MySQL и Microsoft SQL Server. Так как база MySQL является более универсальной, решено, что Веб-приложение будет работать именно с этой базой.

В качестве разработки структуры базы данных был выбран инструмент MySQL Workbench, т.к. данный инструмент является официальной системой, как для проектирования, так и для администрирования баз данных MySQL.

В ходе разработки структуры базы данных была разработана демо версия базы данных (рис. 3). Структура будет дорабатываться и изменяться. Будут добавлены триггеры, для стабильной работы базы данных.

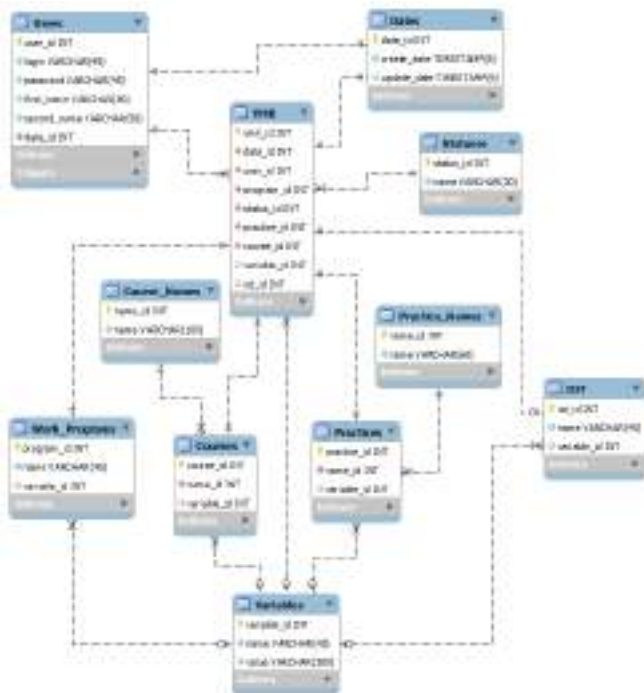


Рис. 3. Структура базы данных

В текущей демо версии базы представлены 11 таблиц:

- 1) Users – список пользователей.
- 2) YMK – список учебно-методических комплексов.
- 3) Statuses – список статусов, используемых для учебно-методических комплексов.
- 4) Dates – список дат, которые включают в себя дату создания и дату изменения.
- 5) Work_Programs – список рабочих программ, которые входят в свои комплексы.
- 6) Courses – список курсовых работ или курсовых проектов, которые входят в свои комплексы.
- 7) Course_Names – список названий курсовых, которые включают в себя два варианта:
 - a) Курсовая работа;
 - b) Курсовой проект.
- 8) Practices – список практикумов, которые входят в свои комплексы.
- 9) Practice_Names – список названий практик, которые включают в себя два варианта:

- а) Лабораторный практикум;
- б) Учебно-методическое пособие.
- 10) IOT – список интерактивных обучающих технологий, которые входят в свои комплексы.

11) Variables – список переменных.

Принято решение, что веб-приложение будут разрабатываться с использованием PHP языка. Плюсы использования PHP языка:

- 1) Быстрота работы, особенно с текстовыми строками.
- 2) Мощный функционал.
- 3) Готовые сторонние решения и полезные решения языка.
- 4) Легкость в освоении.
- 5) Относительная легкость в отладке.

Полученное приложение позволит преподавателям сократить время на разработку учебно-методических комплексов, т.к. комплексы будут формироваться согласно требованиям. Приложение позволит преподавателю заходить из любого места, с условием того что есть браузер и доступ к сети Интернет.

Библиографический список

1. Клочков Ю.С., Яницкая Т.С., Стрельников Е.А., Ярыгин С.А., Прохорова О.В., Методика моделирования бизнес-процессов, *Проблемы машиностроения и автоматизации*. 2005. № 4. С. 26-34.

2. Яницкая Т.С., Малышева Е.Ю., Бобровский С.М., Управление ИТ-процессами как неотъемлемая часть системы менеджмента качества, *Вестник Поволжского государственного университета сервиса. Серия: Экономика*. 2011. № 17. С. 138-143.

3. Яницкая Т.С., Болобанова М.А., Рыль О.А., Исследование принципов организации адаптивных систем баз знаний, *Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации*. 2015. № 5-1. С. 115-119.

4. Анфалов К.В., Возможности использования аналоговых линий в воip и анализ их характеристик, *Вестник Волжского университета им. В.Н. Татищева*. 2015. № 2 (24). С. 56-62.

5. Анфалов К.В., Мазуров А.В., К вопросу анализа трафика сетевых каналов, *Информационные технологии. Радиоэлектроника. Телекоммуникации*. 2013. № 3. С. 20-22

© Яницкая Т.С., Ставинский Д.А., 2016