

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

# НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И ОБРАЗОВАНИИ

## НИТ - 2014

ХІХ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ, МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ  
И СПЕЦИАЛИСТОВ

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ



РЯЗАНЬ 2014

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ**  
**РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

---

***НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ И В  
ОБРАЗОВАНИИ***

***НИТ-2014***

**ХІХ ВСЕРОССИЙСКАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СТУДЕНТОВ,  
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ**

**Материалы конференции**



**Рязань 2014**

**Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании:** материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2014. 268 с.

Сборник включает материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании». Освещаются вопросы математического моделирования, численных методов, новых информационных технологий в образовании, экономике, радиоэлектронике, телекоммуникационных вычислительных сетях, САПР, геоинформационных технологиях.

Авторская позиция и стилистические особенности публикаций полностью сохранены.

**Оргкомитет:**

Председатель – **Корячко В.П.** заведующий кафедрой САПР ВС РГРТУ, д.т.н., профессор;

Зам. председателя – **Чернышёв С.В.** проректор по режиму и безопасности РГРТУ, к.т.н., доцент;

Ученый секретарь – **Бакулева М.А.** доцент кафедры САПР ВС РГРТУ, к.т.н.

**Члены оргкомитета:**

**Еремеев В.В.** – директор НИИ «Фотон», д.т.н., профессор;

**Таганов А.И.** – проректор по научной работе РГРТУ, д.т.н., доцент;

**Кириллов С.Н.** – зав. кафедрой РУС РГРТУ, д.т.н., профессор;

**Костров Б.В.** – зам. заведующего кафедрой ЭВМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

**Бунышина Е.И.** – министр образования Рязанской области;

**Лобан О.В.** – зам. министра промышленности и наукоемких технологий Рязанской области, к.т.н.;

**Мусолин А.К.** – заведующий кафедрой АИТП, д.т.н., профессор;

**Алпатов Б. А.** – заведующий кафедрой АИТУ, д.т.н., профессор;

**Пржегорлинский В.Н.** – заведующий кафедрой «Информационная безопасность» РГРТУ, к.т.н, доцент;

**Пылькин А.Н.** – декан факультета вычислительной техники РГРТУ, д.т.н., профессор;

**Терёхин М.Т.** – профессор РГУ им. С.А. Есенина, д.ф-м.н., профессор.

**Митрошин А.А.** – начальник управления телекоммуникаций и информационных ресурсов РГРТУ, к.т.н., доцент.

---

**Секция 1**  
**Информационные технологии в социальных и экономических системах**

---

**РАЗРАБОТКА РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ КЛАССИФИКАЦИИ  
КОНКУРСНЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИМНОЖЕСТВ  
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА**

Ю.С. Соколова

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д.т.н, проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Для повышения качества классификационных решений на основе неточных знаний экспертов как о характеристиках классифицируемых конкурсных проектов (КП), так и о значимости самих характеристик целесообразно использовать принципы описания и обработки неточных данных о КП с применением лингвистических переменных, отказавшись от традиционной четкой балльной шкалы оценивания [1].

Обычно КП оцениваются группой экспертов по некоторому набору характеристик оценивания с целью выполнения классификации, а затем – упорядочения КП и выявления среди них тех, которые следует рассматривать как подлежащие финансированию. Для построения обобщающих решающих правил классификации на основе мультимножеств используются четкие значения экспертных оценок КП по ряду характеристик оценивания [2]: оценивание каждого КП выполняется по балльной шкале по каждой характеристике каждым экспертом. Кроме того, каждый эксперт дает четкую оценку принадлежности КП некоторому классу классификации. На основе выставленных экспертных оценок для каждого КП формируется мультимножество, количество элементов в котором равно  $n \cdot m + 1$ , где  $n$  – количество характеристик оценивания,  $m$  – размерность шкалы оценивания, при этом еще один дополнительный элемент соответствует оценке класса КП. В итоге определяются решающие правила классификации, показывающие каким образом принимаются групповые классификационные решения, то есть какие характеристики оценивания действительно являются важными и каковы их граничные значения, влияющие на отнесение КП к тому или иному классу [2].

Зачастую эксперт может оказаться в ситуации, когда он затрудняется дать четкую числовую оценку КП по характеристике оценивания, но при этом может указать интервал, которому принадлежит эта оценка [1]. В этом случае целесообразно использовать лингвистический подход к формированию обобщающих решающих правил классификации, основанный на использовании лингвистической шкалы оценивания КП, с использованием которой каждому КП по каждой характеристике оценивания будет сопоставляться не четкая числовая, а некоторая интервальная оценка вида  $[\alpha, \beta]$ . Пусть  $S = \{s_\alpha \mid \alpha = -L, -L+1, \dots, L-1, L\}$  – дискретная лингвистическая шкала, где  $s_\alpha$  – лингвистическая переменная;  $L$  – натуральное число [1]. При  $L=3$  лингвистическая шкала оценок  $S = (s_{-L}, s_{-L+1}, \dots, s_0, \dots, s_{L-1}, s_L)$  определяется как:



$S = (s_{-3}, s_{-2}, s_{-1}, s_0, s_1, s_2, s_3) = (\text{«чрезвычайно низкая»}, \text{«очень низкая»}, \text{«низкая»}, \text{«средняя»}, \text{«высокая»}, \text{«очень высокая»}, \text{«чрезвычайно высокая»})$ , где каждый лингвистический терм соответствует классической чёткой оценке ( $-3, -2$  и т.п.), которая будет являться одной из границ интервала оценивания в случае представления неточных знаний экспертов. Во избежание потери лингвистической информации дискретная лингвистическая шкала  $S = (s_{-L}, s_{-L+1}, \dots, s_0, \dots, s_{L-1}, s_L)$  может быть расширена на непрерывную лингвистическую шкалу  $\tilde{S} = \{s_\alpha \mid \alpha \in [-q, q]\}$ , где  $q$  – большое положительное число ( $q \in R_+$ ). Тогда, если  $s_\alpha \in S$ , то  $s_\alpha$  называют *исходным* лингвистическим термом, в противном случае  $s_\alpha$  называют *виртуальным* лингвистическим термом. Исходные лингвистические термы используются для оценки как характеристик КП, так и значимости этих характеристик, а виртуальные лингвистические термы – для реализации вычислений с целью выполнения классификации и упорядочения КП [1].

Применение лингвистического подхода к принятию классификационных решений на основе мультимножеств позволяет рассмотреть различные стратегии формирования обобщающих решающих правил классификации.

Левая граница интервала  $[\alpha, \beta]$  может быть сопоставлена консервативной стратегии принятия классификационного решения, правая – рискованной, а середина интервала – нейтральной стратегии [1]. При этом можно будет рассмотреть различные варианты обобщающих решающих правил классификации, основанных на различных стратегиях оценивания, с целью выявления возможных перегруппировок характеристик оценивания в правилах классификации и изменения их значимости при использовании различных стратегий оценивания. Если сопоставить некоторой стратегии параметр  $\delta$  ( $0 \leq \delta$ ), то оценка, соответствующая этой стратегии, может быть вычислена как [1]:  $\frac{\beta + \delta \cdot \alpha}{\delta + 1}$ .

При  $\delta = 0$  стратегия оценивания является чисто рискованной, при  $\delta \rightarrow +\infty$  стратегия оценивания является чисто консервативной, а при  $\delta = 1$  – нейтральной. По результатам анализа структуры обобщающих решающих правил классификации, сопоставляемых различным стратегиям оценивания, к использованию могут быть рекомендованы, например, те правила, которые при одинаковом количестве *выявленных* влияющих на принятие решения характеристик оценивания имеют максимально большие *вычисленные* веса этих характеристик, а также характеризуются *минимальными* суммарными ошибками классификации КП.

Предлагаемый лингвистический подход к принятию классификационных решений предоставляет аналитику новые возможности для анализа КП, позволяющие рассмотреть различные стратегии принятия решений и выбрать ту, которая является наиболее оптимальной с точки зрения применяемого математического аппарата.

#### Библиографический список

1. Демидова Л.А., Хэбе Н.А. [Подход к проблеме отбора конкурсных проектов с использованием нечетких лингвистических переменных для](#)

[представления экспертной информации // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета](#). 2013. № 1 (43). С. 75-82.

2. Гусева М.В., Демидова Л.А. Классификация инвестиционных проектов на основе систем нечеткого вывода и мультимножеств // [Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета](#). 2006. № 19. С. 157-165.

## **ЭЛЕКТРОННЫЙ БЮДЖЕТ СТУДЕНТА**

Э.Р.Гусамов

Научный руководитель - О.Г.Быкова

к.т.н., с.н.с., доц.

### **Национальный Минерально-Сырьевой Университет «Горный»**

Не каждый человек способен рационально планировать свои траты. Предложения банков о предоставлении кредитов на разные цели подтверждают это факт. Первокурсник же, начиная самостоятельную жизнь, не всегда готов разумно планировать свое время, чтобы его хватало на учебу, отдых, сон и оставалось на досуг; финансы, чтобы он мог иметь крышу над головой – заплатить за общежитие, быть сытым – иметь деньги на питание, опрятным – иметь деньги на гигиенические товары, а также иметь возможность удовлетворять свои потребности – курение, посещение кино, театров, клубов, музеев. В первую очередь эта проблема касается студентов, проживающих в общежитии, когда совет родителей невозможен. Совет старшекурсников также маловероятен, так как они незнакомы, и скорее проблемы первокурсников уже забыты.

В интернете можно найти достаточное количество программ с расчетом средств, например [1, 2]. Однако, при знакомстве с ними становится ясно, что они не совсем подходят для студентов вообще и горного университета в частности из-за того, что в них рассчитываются скорее уже затраченные деньги, нежели дается совет, как это следовало бы сделать. Это послужило поводом для создания программы «Электронный бюджет студента», первая версия которой была представлена на конференции НИТ-13 [3]. В ходе обсуждения доклада были выявлены пути для расширения круга возможных пользователей программы за счет привлечения внимания к программе студентов-иностранцев, обучающихся в горном университете. Студенты из бывшего СНГ, как правило, хорошо владеют русским языком и программа использовалась и ими. Однако, студенты из Африки и Азии даже после окончания подготовительного факультета имеют значительные трудности с русским языком. И даже при актуальности использования программы, она для них практически недоступна. После тестирования программы российскими студентами, с учетом того, что в учебной группе автора проходят обучение студенты из Вьетнама, Сьерра Леоне и Конго, для помощи им в расходовании своих средств, в программе произведен перевод интерфейса и результатов на иностранные языки. Следующая версия программы получила название «Электронный бюджет первокурсника горного университета: россиянина и иностранца». Перевод интерфейса на иностранные языки происходил совместно с иностранными студентами, так что авторство программы может быть разделено с ними. В

настоящий момент существует версии программы на русском, английском, французском и вьетнамском языках [1].

Программа реализована в среде Delphi. В программе предлагается ориентировочный расчет расходования денег на месяц, исходя из трех вариантов размера имеющихся у студента денег. Программа, используя уже запрограммированные в ней усредненные доли расходов на разные цели, и введенные пользователем расходы, рассчитывает возможные траты. Результат содержит ориентировочные размеры денег на разные нужды.

	<i>depense de la semaine</i>	<i>depense du mois</i>	<i>commentaire</i>
<i>au restaurant le jour ouvert</i>	1125	4983,8	<i>Faut bien se degener avant de sortir</i>
<i>lachat au magasin</i>	750,01	3322,5	<i>Achat de la carte de solde</i>
<i>produit de toilette</i>	169,3	750,01	<i>Achat de provision moins couteux</i>
<i>fumer</i>	137	606,91	<i>Si vous se cessez de fumer n est pas seulement garder l argent mais et la sante</i>
<i>transport</i>	79,007	350	<i>La carte de transport moins cher par rapport a la paie de chaque jour du bus</i>
<i>internet</i>		100	<i>Veillez causer avec votre voisin d utiliser l internet en commin</i>
<i>appel telephonique</i>	100	443	<i>Choisser le reseau le plus fiable</i>
<i>divers et achat brusque</i>	664,51	2943,8	<i>Quand vous allez vous divertir prenez ce que vous aller depensez</i>

Рис. 1. Вариант программы с интерфейсом на французском языке

В ходе разработки второй версии программы выполнено написание большого количества комментариев относительно важности или излишества разного типа трат, которые ненавязчиво дают советы по более рациональному распределению средств студента и в некоторой мере несут развлекательный характер. Студенты, использовавшие программу, подтвердили ее актуальность и применимость.

#### Библиографический список

1. <https://play.google.com/store/apps/details?id=my.wallets.lite&hl=ru>

2. <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.onetwoapps.mh&hl=ru>

3. Гусамов Э.Р. Электронный кошелек. Информационные технологии социальных и экономических системах. Новые информационные технологии в научных исследованиях. Материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов 13-15 ноября 2013 г. - Рязань.: Редакционно-издательский центр РГРТУ, 2013.- С. 16-17

## **ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ РИСКОВ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ SURVIVAL ANALYSIS**

И.А.Клюева

Научный руководитель - Демидова Л.А.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по применению эффективных методов оценки и анализа рисков ИТ-проектов.

Любой инвестиционный проект, в том числе и в сфере информационных технологий, реализуется в условиях неопределенности, выраженной нестабильностью внешней среды, возможностью возникновения внутриорганизационных проблем в процессе управления проектом. Возможность негативного отклонения параметров проекта от планируемых параметров создает риски проекта.

Когда получены критерии эффективности проекта, его оценку еще нельзя считать завершенной по причине неопределенности будущих событий и неточности собранной информации.

В настоящее время целесообразно проводить автоматизацию оценки и анализа рисков ИТ-проектов и предоставление пользователю в удобном для него виде полной информации о наиболее важных факторах, влияющих на показатели эффективности проектов. На основе этой информации организации могут существенно повысить эффективность исполнения проекта, сосредоточив усилия на рисках, обладающих наивысшим приоритетом.

С одной стороны, традиционные методы построения моделей не приводят к удовлетворительным результатам, когда исходное описание подлежащей решению проблемы заведомо является неточным или неполным. С другой стороны, стремление получить всю исчерпывающую информацию для построения точной математической модели сложной реальной ситуации может привести к потере времени и средств, поскольку это может быть в принципе невозможно.

В подобных случаях наиболее целесообразно воспользоваться такими методами, которые специально ориентированы на построение моделей, учитывающих неполноту и неточность исходных данных.

В новых ИТ-проектах действуют новые условия и не всегда методы, используемые в предыдущих проектах, позволяют адекватно выявлять и анализировать риски нового проекта. В связи с этим встает задача построения таких методов оценки и анализа рисков, которые были бы



способны выявлять и оценивать риски проекта практически при полном отсутствии предположений о характере поведения процессов проекта на различных этапах. Одними из таких методов являются методы, позволяющие манипулировать неполными или цензурированными данными, в частности, методы анализа выживаемости (Survival analysis).

Анализ выживаемости подразумевает оценку длительности какого-либо процесса до момента его прекращения. Анализ выживаемости позволяет изучить зависимость риска наступления (или ненаступления) события от продолжительности пребывания объекта (в данном случае ИТ-проекта) в группе риска, а также от ряда других характеристик объекта и внешних факторов, влияющих на этот риск.

К рассматриваемой задаче анализа рисков ИТ-проектов предлагается применить один из инструментов технологии анализа выживаемости – модель пропорциональных рисков Кокса.

Регрессия Кокса, или модель пропорциональных рисков, используется для прогнозирования риска наступления события для рассматриваемого объекта и оценки влияния заранее определенных независимых переменных (предикторов) на этот риск. Риск рассматривается как функция, зависящая от времени.

Объектом (наблюдением) в рассматриваемом случае является ИТ-проект, для которого прогнозируется риск наступления события. Этот объект априори находится под наблюдением и поэтому входит в группу риска: в любой отрезок времени с ним может наступить событие, при котором он выбывает из группы риска.

В качестве события может рассматриваться сокращение бюджета, задержка поставки оборудования или выполнения работ/услуг подрядчика, ограниченность в трудовых квалифицированных кадрах.

Время — период от момента, когда объект попал под наблюдение (был занесен в группу риска) до момента, когда для объекта наступило событие: время реализации проекта до наступления рискованного случая. Оно может измеряться в днях, месяцах, годах.

Независимые переменные (предикторы) — характеристики объекта (например, сроки этапов реализации ИТ-проекта, запланированный бюджет, выбор подрядчика, наличие квалифицированных специалистов в проектной команде), которые могут влиять на риск наступления события.

Риск наступления события для  $i$ -того объекта имеет вид:

$$h_i(t) = h_0(t) \times \exp(\beta_1 x_{i1} + \beta_2 x_{i2} + \dots + \beta_p x_{ip}), \quad (1)$$

где  $h_0(t)$  — базовый риск, одинаковый для всех объектов;  $\beta_1, \dots, \beta_p$  — коэффициенты;  $x_1, \dots, x_p$  — независимые переменные (предикторы).

Как видим, модель пропорциональных рисков весьма схожа с логистической регрессией. Обе они строятся с помощью методов пошагового включения/исключения переменных в модель.

Таким образом, опираясь на метод регрессии Кокса можно построить алгоритм анализа рисков наступления определенного события для рассматриваемого объекта (ИТ-проекта) и выполнить оценку влияния независимых переменных на данные риски.

Используя методы анализа выживаемости, можно предсказать эффективность внедрения различных проектов в зависимости от программ их внедрения и выбрать из портфеля проектов наилучший.

### *Библиографический список*

1. Кокс Д., Льюис П. Статистический анализ последовательностей событий. — М.: Мир, 1969.
2. Кокс Д., Оукс Д. Анализ данных типа времени жизни. — М.: Финансы и статистика, 1988.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ИМУННЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

А.Т. Коротаев

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д.т.н, проф.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе рассматриваются особенности создания искусственной иммунной системы на базе классического ПК и ее применения для решения ряда задач в области распознавания образов.

С развитием исследований в области функционирования биологических позвоночных организмов, в частности такой важной для жизни организмов системы, как иммунной, появились теории и практические предложения по имитации иммунной системы (ИС) в компьютерной технике, и в использование был введен термин «Искусственная иммунная система» (ИИС).

Биологическая иммунная система представляет собой сложную распределенную систему интеллектуальной обработки информации, которой присущи: децентрализация; параллельная работа составных частей системы; способность к обучению; наличие памяти; способность к решению задач поиска и классификации; способность к обработке огромных объемов информации.

Алгоритмы, созданные природой, оказались эффективными и в математических задачах поиска и распознавания образов.

Преимущества ИС:

- наличие большого числа детекторов приводит к отказоустойчивости и надежности системы;
- отсутствует единая точка отказа;
- при увеличении количества узлов среды распределенных вычислений в предложенной системе повышается уровень защищенности;
- все столкновения детекторов с вредоносными объектами заносятся в память, что позволяет проводить обучение детекторов.

Недостатки ИС:

- возможна аутоиммунная реакция;
- возможен иммунодефицит.

В основу методов ИСС положены три иммунологических принципа:

- теория иммунной сети;
- механизм негативной селекции;

- принцип клонального отбора.

Иммунная сеть. Теория иммунной сети была предложена еще в 1974 году. Согласно ей, иммунная система представляет собой идиотипическую (idiotype-based, idiotypic) сеть сцепленных В-лимфоцитов, предназначенных для распознавания антигенов. Эти лимфоциты стимулируют и сдерживают друг друга в нескольких направлениях, что и лежит в основе стабильности сети.

Негативная селекция. Назначение негативной селекции (Negative Selection) состоит в обеспечении переносимости «своих» клеток. Это связано с возможностью иммунной системы распознавать неизвестные антигены и при этом не реагировать на «свои» клетки. В процессе генерации Т-лимфоцитов рецепторы получают в результате псевдослучайного мутационного генетического процесса перестановок пептидов. Затем они подвергаются анализу в тимусе, называемому негативной селекцией. Там Т-лимфоциты, которые реагируют на «свои» белки, уничтожаются, и только те, которые не притягиваются к «своим» белкам, выходят из тимуса. Эти «зрелые» Т-лимфоциты циркулируют по организму для обеспечения иммунологических функций и защищают организм от инородных антигенов.

Клональный отбор. Принцип клонального отбора (Clonal Selection) описывает основные возможности иммунного ответа на антигенное стимулирующее воздействие. Он устанавливает закон, согласно которому только те клетки, которые распознали антиген, размножаются.

В настоящее время ИИС используются в разнообразных типах приложений, таких как: обнаружение аномалий, распознавание образов, компьютерная безопасность, адаптивное управление, обнаружение сбоев.

Можно указать три актуальные проблемы, возникающие при попытке использовать ИИС при решении различных прикладных задач:

- в настоящее время существует лишь небольшое число вычислительных моделей, основанных на принципах работы иммунной системы;
- некоторые публикации по такой новой области имеют лишь косвенное отношение к ИИС;
- сложность реализации механизмов иммунной системы.

Несомненный интерес представляет применение ИИС в задачах интеллектуальной обработки текстов (распознавание образов).

Работы по обработке текстов механизмами ИИС в основном затрагивают только классификацию текстов, не затрагивая другие обширные возможности по применению ИИС в данной области. Например, механизм памяти, двойной пластичности и обучения в иммунной сети можно использовать для интеллектуальной обработки текста, а именно для автоматического аннотирования. Обученная сеть по шаблонным оборотам в предложениях и ключевым терминам будет выделять необходимые участки документа для последующей обработки. Во избежание проблем при обработке текстов схожих тематик, но из различных областей науки, предлагается изначально классифицировать текст и применять иммунную сеть.

Другим примером может служить автоматическое определение автора текста посредством мощного инструментария ИИС, реализующего

распознавание. Иммунная сеть в процессе обучения будет выстраивать связи, отвечающие за распознавание наиболее часто употребляемых автором терминов, при этом учитывать контекст, в котором они употребляются. Это достигается за счет выстраивания сложной иерархии взаимодействий между клетками-терминами в сети, которые оценивают правильность употребления выделенного термина для текущего автора.

Особенный интерес вызывает применение одной универсальной модели ИИС для решения нескольких задач по обработке одного и того же текста. Например, после завершения задачи распознавания символов, можно заменить генетическую библиотеку (базу данных) для выполнения автоматического аннотирования, потом – для определения автора и т.д.

### **Анализ моделей данных для современных СУБД**

А.С. Апаршев, М.А. Козлов

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д.т. н, проф.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Система управления базами данных (DBMS/СУБД) - программное обеспечение, предназначенное для хранения и управления данными. Для решения различных задач разрабатывалось всё больше и больше различных СУБД (Реляционные и NoSQL) и программ для работы с ними (MySQL, PostgreSQL, MongoDB, Redis и т.д.).

Реляционные СУБД берут своё название от модели БД с которой работают. На данный момент и, наверное, в ближайшем будущем эти СУБД будут наиболее популярным выбором для хранения данных.

Реляционные СУБД используют строго описанные структуры данных - схемы. Схема базы данных включает в себя описание содержания, структуры и ограничений целостности, т.е. она определяет таблицы, поля в каждой таблице, а также отношения между полями и таблицами.

Наиболее популярных системы:

- SQLite - довольно мощная встраиваемая СУБД;
- MySQL - наиболее популярная СУБД;
- PostgreSQL - самая профессиональная свободно распространяемая СУБД, полностью соответствующая стандартам SQL.

Понятие NoSQL (Not Only SQL или No SQL) получило известность с 2009 года. Именно тогда развитие web-технологий и социальных сервисов дало толчок множеству новых подходов к хранению и обработке данных. Разработчики таких приложений столкнулись с задачами, для которых традиционные реляционные СУБД оказались либо слишком дороги, либо недостаточно производительны.

NoSQL базы данных не работают с реляционными моделями. Существует много различных решений, каждое из которых работает немного по-своему и служит специфической цели. Эти безсхемные решения снимают ограничения с формирования сущностей и допускают хранения данных в виде ключ-значение.

В отличии от реляционных баз данных, можно группировать коллекции данных с другими NoSQL базами данных, например MongoDB. Такие СУБД хранят данные как одно целое в базе. Такие данные могут представлять собой одиночный объект как JSON и вместе с тем корректно отвечать на



запросы к полям.

NoSQL базы данных не используют общий формат запроса, такой как SQL в реляционных базах данных. Каждое NoSQL решение использует собственную систему запросов.

Сравним эти два типа СУБД:

- Структуры данных и их типы - реляционные БД используют строгие схемы данных, NoSQL БД допускают произвольную структуру записи, которая может состоять из полей любых типов. Для NoSQL БД в отдельной строке или документе можно добавить произвольное поле без предварительного декларативного изменения структуры всей таблицы.

- Запросы - вне зависимости от типа лицензии, реляционные базы данных в той или иной мере соответствуют стандартам SQL, поэтому данные из них можно получать помощи языка SQL. NoSQL БД используют специфические способы запросов к данным. В отличие от реляционной модели, которая сохраняет логическую бизнес-сущность приложения в различные физические таблицы в целях нормализации, NoSQL хранилища оперируют с этими сущностями как с целостными объектами. Таким образом, NoSQL оптимизируется только под определенный вид запросов, что однако ведет к сложности при обновлении денормализованных данных.

- Масштабируемость - оба эти типа СУБД довольно легко поддаются вертикальному масштабированию (т.е. увеличение системных ресурсов). Тем не менее, так как NoSQL это более современный продукт, именно такие СУБД предлагают более простые способы горизонтального масштабирования (т.е. создание кластера из нескольких машин).

- Надежность - когда дело доходит до сохранности данных и гарантии выполнения транзакций SQL БД по прежнему занимают лидирующие позиции.

- Поддержка - Реляционные СУБД имеют не малую историю за плечами. Они очень популярны и предлагают как платные, так и бесплатные решения. При возникновении проблем, все же гораздо проще найти ответ, если дело касается реляционных систем, чем NoSQL, особенно если решение довольно сложное по своей природе (например MongoDB).

- Хранение и доступ к сложным структурам данных - изначально реляционные системы предполагали работу со сложными структурами, именно поэтому они превосходят остальные решения по производительности.

Таким образом, NoSQL новое направление, которое позволяет добиться большей скорости на чтение в распределенной среде, а также обеспечивает возможность хранить физические объекты в том виде, в каком с ними работает приложение, что в свою очередь означает облегчение кодирования для разработчика. Однако не смотря на все вышеназванные плюсы, реляционные базы данных не становятся рудиментом или чем-то архаичным. Наиболее вероятным сценарием в будущем, будет использование SQL, но все больше в симбиозе с NoSQL базами.

### *Библиографический список*

1. Кузнецов С. Д. Базы данных: – М.: Academia, 2012. – 496 с.

2. Мартин Фаулер, Прамодкумар Дж. Садаладж, перевод Ключин Д. А.: - Вильямс, 2013. 192 с.

3. Dan McCreary, Ann Kelly Making Sense of NoSQL: A guide for managers and the rest of us. — Manning Publications, 2013. — 312 с.

## **ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ОБСЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА БАЗЕ МУЛЬТИКОПТЕРА**

О.К. Головнин

Научный руководитель – Михеева Т.И.

д.т.н., проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

Обследование автодорог в России выполняется с применением автомобильных передвижных лабораторий для сбора данных с последующей обработкой собранной информации специалистом в области организации дорожного движения. На дорогах низкой категории, новых или реконструируемых дорогах применение такого подхода затруднено или невозможно, на небольших площадных объектах придорожного сервиса – нерентабельно. Проблемы могут быть устранены за счет обследования автомобильных дорог с воздуха с небольшой высоты с целью получения информации об геометрических параметрах дороги и объектов, расположенных вблизи неё, их состоянии, расположении технических средств организации дорожного движения.

В работе рассматривается программно-аппаратный комплекс, разрабатываемый на базе мультикоптера – беспилотного летательного аппарата с 4, 6 или 8 винтами. Аппаратная часть состоит из подвеса, контролера подвеса, моторов управления подвесом, видеокамеры, навигационного устройства, модуля передачи видеоинформации и телеметрии. Оборудование, необходимое для управления видеосъемкой с земли – монитор, блок управления подвесом, блок управления камерой. Программная часть – автоматизированная система, выполняющая обработку полученных материалов для формирования паспортов дорог и проектов организации дорожного движения, формирования сводных ведомостей, поддержки принятия решения по организации дорожного движения на основе гибридной продукционно-паттерновой модели с нечеткой логикой. Модель хранит данные в виде продукций и паттернов и позволяет применять полученные из нормативно-правовых документов и от экспертов знания, обеспечивает поддержку принятий решений. Геоинформационной система «ITSGIS», используя данные, снятые с помощью мультикоптера, осуществляет пространственную привязку обследуемых объектов транспортной инфраструктуры.

К недостаткам описанного способа обследования транспортной инфраструктуры можно отнести: небольшие время и дальность управляемого полета мультикоптера, невозможность определения продольных уклонов дорог. Время полета можно считать достаточным для объектов сервиса, однако для обследования протяженных участков дорог потребуется смена питающего элемента. Влияние дальности управления

можно снизить за счет применения программы-автопилота, которая проведет мультикоптер по заданной траектории обследования. Для определения продольных уклонов потребуется применять лазерные сканеры, которые на данный момент не обладают приемлемыми весогабаритными характеристиками.

## **ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ СЕРДЦЕБИЕНИЯ И ДЫХАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ С БЕСКОНТАКТНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА, ПОСРЕДСТВОМ LABVIEW**

Е.О. Путилин

Научный руководитель - Прошин Е.М.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В работе [1] рассмотрены методы бесконтактной регистрации процессов сердцебиения и дыхания посредством ультразвуковых биений. Хотя сигнал биений, полученный с ультразвукового преобразователя и подвергается серьезной обработке в аппаратной части устройства, необходима обработка сигнала в программной части на стороне ПК для анализа сигнала в разрезе ритмов сердцебиения и дыхания.

Общая кривая сердцебиения и дыхания представляет собой массив точек фазовых сдвигов. В программной части устройства (микроконтроллер) происходит фильтрация сигнала от высокочастотных помех, после чего он передается на ПК. Передача осуществляется через UART-интерфейс каждого значения фазового сдвига.

Прием сигнала на стороне ПК реализован с помощью интерфейса VISA. Далее каждый 8-ми битный символ, переданный через UART преобразуется в численное значение фазового сдвига. После этого осуществляется фильтрация сигнала цифровым фильтром Баттерворта 2-го порядка. Столь низкий порядок фильтра обусловлен высокими требованиями к оперативности получения информации о ритмах сердцебиения и дыхания. При использовании фильтров высших порядков запаздывание отфильтрованного сигнала относительно принятого будет значительным и данные на выходе фильтра не будут удовлетворять требованиям оперативной диагностики.

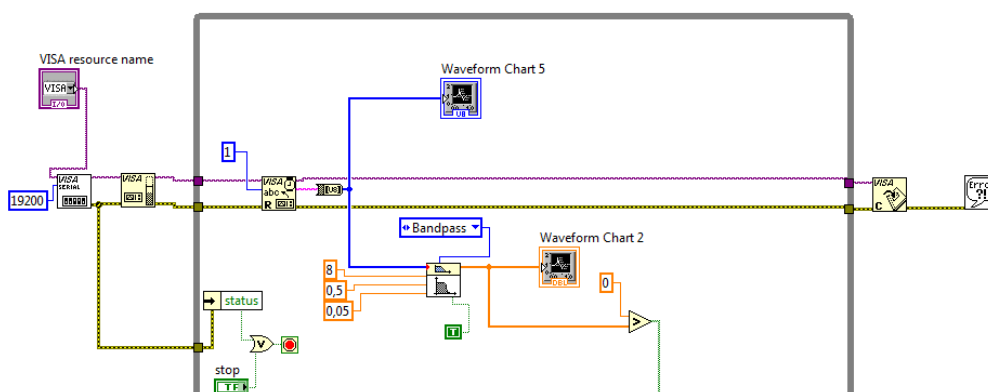


Рис. 1 – Блок-диаграмма процесса получения дыхательной составляющей сигнала

На рис. 1 представлена блок-диаграмма LabVIEW, реализующая логику получения значений фазового сдвига с устройства через интерфейс VISA и выделению дыхательной составляющей сигнала.

Помимо выделения кривых ритмов сердцебиения и дыхания в LabVIEW реализована логика получения гистограмм variability сердечного и дыхательного ритмов. Данные гистограммы позволяют отследить динамику изменения ритмов сердцебиения и дыхания во времени под влиянием внешних факторов (например, воздействия на организм человека магнитного поля). На рис. 2 представлена часть блок-диаграммы, отвечающая за построение графика variability дыхательного ритма.

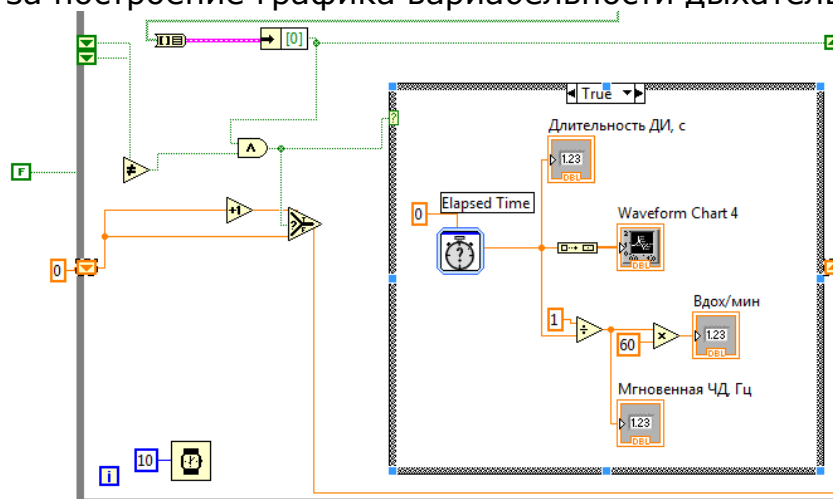


Рис. 2 – Блок-диаграмма процесса построения гистограммы variability дыхательного ритма

Результат работы датчика и отображение на пользовательском интерфейсе графика дыхания, а также графика variability дыхательного ритма представлен на рис. 3.

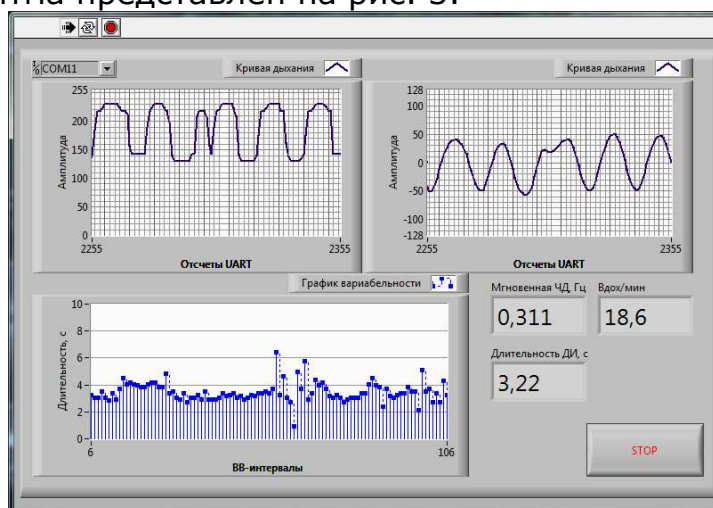


Рис. 3 – Зарегистрированный дыхательный ритм и variability дыхательного ритма во времени

### Библиографический список

1. Путилин Е.О. Ультразвуковые методы бесконтактной регистрации процессов сердцебиения и дыхания пациента комплексной



хроно-магнитотерапии // Биомедицинская радиоэлектроника. 2013. №7. С. 12-20.

## **АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ**

А.А. Осьмушин, И.Г. Богданова, А.А. Федосеев  
Научный руководитель – Михеева Т.И.  
д.т.н., проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

Многообразие ситуаций, возникающих при моделировании движения транспортных средств в транспортных сетях, обусловлено трудностью формализации однозначности поведения водителей. Инциденты на транспортной сети оказывают влияние на транспортные потоки. Степень данного влияния определяется большим количеством факторов, таких как величина снижения пропускной способности участка транспортной сети, время возникновения и устранения инцидента, интенсивность транспортных потоков и т.д. Для управления потоками, принятия решения и исправления последствий инцидента требуется сбор и обработка данных о состоянии транспортной сети с целью реализации алгоритмов адаптивного управления, выявления участков сети с недостаточной пропускной способностью. Адаптивный алгоритм анализа информации о состоянии транспортной сети в условиях присутствия нештатных ситуаций (инцидентов) позволяет, в зависимости от ситуации, выбирать разные методы и способы реагирования.

Задача алгоритма стоит в сборе информации о транспортной ситуации, её анализе, выявлении задач, которые требуют решения, и подборе методов решения задач. Адаптивность заключается в подборе задач и методов на основе анализа состояния объектов транспортной инфраструктуры: параметров транспортной сети, транспортных потоков, инцидентов.

Возможные задачи для информационных систем:

- перераспределение транспортных потоков;
- выявление инцидентов;
- устранение инцидентов в оптимальном порядке.

Наиболее трудоёмкой задачей является перераспределение транспортных потоков. Основным критерием оптимальности искомого распределения потоков служит минимизация транспортных затрат для всех участников дорожного движения, проезжающих в области влияния. Выявление области влияния осуществляется с помощью нейросети Кохонена, классифицирующей участки графа транспортной сети по признаку вхождения в область влияния. В зависимости от области влияния и параметров транспортных потоков выявляется необходимость управления транспортными потоками и выбирается один из алгоритмов их перераспределения - графовый (Дейкстры, Флойда-Уоршелла), метод Франке-Вульфа, метод роя частиц, метод муравьиной колонии, генетический алгоритм и др.

## **ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ГОРОДА**

А.В. Сидоров, О.В. Сапрыкина, О.Н. Сапрыкин

Научный руководитель – Михеева Т.И.

д.т.н., проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

Область использования геоинформационных систем (ГИС) активно развивается за счет доступности для массового пользователя и расширения области их использования. Для решения задач визуализации электронной карты и получения достоверной информации об организациях и достопримечательностях города разработана ГИС-информационный справочник i-GIS.

i-GIS представляет собой пользовательское приложение, которое может быть установлено на любой компьютер, и позволяющее:

- отображение электронной карты города;
- поиск и получение информации по организациям и достопримечательностям;
- отображение пути проезда между заданными точками.

i-GIS построен на технологии Windows Presentation Foundation (WPF), в основе которой лежит векторная система визуализации, не зависящая от разрешения устройства вывода и созданная с учётом возможностей современного графического оборудования. Главное меню справочника реализовано в виде ленточного интерфейса Ribbon Microsoft Fluent Interface, позволившего организовывать современный и функционально удобный графический интерфейс приложения.

Для визуализации большого количества географических данных используется технология OpenGL, которая позволила заметно сократить время отрисовки карты. Проведенные исследования показали, что после внедрения OpenGL время отрисовки карты небольшого города (порядка 70 тысяч объектов) сократилось с 4с до 0.2с.

Хранение данных для программы i-GIS осуществляется в виде зашифрованных текстовых файлов, что обеспечивает безопасное хранение и быструю работу с данными. Поиск маршрутов проезда между точками на карте производится с использованием алгоритма Дейкстра, на основе графа улично-дорожной сети. При этом учитывается как проезда на автомобильном транспорте, так и на общественном транспорте, с учетом маршрута и временем движения маршрутного транспорта.

Для организации связи между пользователями справочника и разработчиками реализована форма обратной связи, позволяющая пользователям оставить отзыв, проинформировать о недостоверных сведениях или внести свои предложения. Форма обратной связи использует технологию HTTP, позволяющую исключить ошибочное блокирование сообщений антивирусом и файрволом пользователя.

Благодаря описанным технологиям, i-GIS может работать практически на любом оборудовании, не выдвигая определенные требования, как к программному, так и к аппаратному обеспечению.

## МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЛОГИСТИКЕ

В. С. Муравьев, Ю. А. Гордеев  
 Научный руководитель – Скоз Е. Ю.  
 к.т.н., доц.

### Рязанский государственный радиотехнический университет

Логистика как наука и практическая деятельность стала неотъемлемой частью и инструментом современной экономики. По своей сущности логистика носит универсальный характер, так как все субъекты интегрированного рынка занимаются логистикой и используют логистические методы управления производством и торговлей. [3, с.15]

На практике использование и прогнозирование поведения логистических систем при тех или иных видах возмущающих и управляющих воздействий заменяется исследованием и прогнозированием поведения их моделей.

Под моделью в данном случае следует понимать любое отображение логистической системы, которое может быть использовано вместо нее для исследования ее свойств и прогнозирования возможных вариантов ее поведения. [4, с.41]

Исследование и прогнозирование поведения логистических систем на практике осуществляется посредством экономико-математического моделирования, т.е. описания логистических процессов в виде моделей. [1, с.34]

Математические модели логистических процессов имеют многокритериальный характер. В многокритериальных задачах математическая модель имеет несколько целевых функций, причём некоторые из них требуют нахождения максимального, а другие – минимального значений. Поэтому ставится задача нахождения такого компромиссного (субоптимального) решения задачи, в котором значения всех рассматриваемых экономических показателей были бы приближены к экстремальным значениям. В рамках нашей статьи для решения подобного рода задач будем использовать метод, основанный на включении всех целевых функций в ограничения (симплекс-метод). [5, с.23]

Рассмотрим целевые функции (1)

$$\begin{cases} F_1 = \sum_{j=1}^n c_j x_j \rightarrow \max \\ F_2 = \sum_{j=1}^n d_j x_j \rightarrow \max \end{cases} \quad (1)$$

при ограничениях (2)

$$\sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, x_j \geq 0 \quad (2)$$

Решаем задачу по каждому показателю отдельно и находим  $F1_{\max}$ ,  $F2_{\min}$ .

Теперь формулируем ограничения в виде (3):

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=1}^n c_j x_j + F_{1\max} x_{n+1} \geq F_{1\max} \\ F_2 = \sum_{j=1}^n d_j x_j - F_{2\min} x_{n+1} \geq F_{2\min} \\ \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^n a_{ij} x_j \leq b_i, x_j \geq 0, i = \overline{1, m}, j = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad (3)$$

а новая целевая функция записывается в виде (4)

$$W = x_{n+1} \rightarrow \min \quad (4)$$

Таким образом, математическое моделирование позволяет нам отразить работу логистических систем. Так, применяя задачи линейного программирования, в частности, симплекс-метод, и прибегая к помощи ЭВМ, без труда можно рассчитать минимальные издержки производства, прибыль. [1, с. 50-53]

### Библиографический список

1. Аникин, Б.А. Логистика: тренинг и практикум: учеб. пособ. / Б.А. Аникин [и др.]. М.: Проспект, 2007. 439 с.
2. Модели и методы теории логистики: учеб. пособ. 2-е изд. / Под ред. В.С. Лукинскогo. СПб.: Питер, 2007. 448 с.
3. Пинегин М.В, Математические методы и модели в экономике: Учебное пособие. – М.:ЭКЗАМЕН, 2002
4. Родкина, Т.А. Информационная логистика / Т.А. Родкина. М: Экзамен, 2001. 286 с.
5. Черноруцкий, И.Г. Методы оптимизации и принятий решений: учеб. пособ. / И.Г. Черноруцкий. СПб.: Лань, 2001. 384 с.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ И НЕЧЕТКОСТИ ДАННЫХ**

В.В.Тишкина

Научный руководитель – Крошила С.В.

К.Т.Н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Эффективность хозяйственной деятельности предприятия в значительной степени зависит от обоснованности управленческих решений, используемых моделей и форм организации управления. Это требует постоянного внимания к вопросам совершенствования управления, регулярного анализа адекватности моделей и методов его организации поставленным целям.

При решении многих прикладных задач приходится сталкиваться с неопределенностью в исходных данных. Учёт таких неопределенностей всегда был важен в тех разделах научно-прикладных исследований, которые в качестве исходных данных используют измерения, и в настоящее время их учёт остается актуальным.

В настоящее время существует множество математических и программно-технических средств автоматизации исследования основной деятельности



предприятий, связанных как с анализом текущего состояния предприятия, так и с планированием перспективы его развития.

Результаты анализа деятельности предприятия являются мотивационной базой для принятия управленческих решений в бизнесе.

Анализ финансово-хозяйственной деятельности играет важную роль в повышении экономической эффективности деятельности организации, в её управлении, в укреплении её финансового состояния.

Исследование систем автоматизированного анализа хозяйственной деятельности в условиях неполноты и нечеткости данных дает возможности привести их классификацию:

#### Системы, основанные на электронных таблицах.

Их основное применение увеличивает возможность ошибки по сравнению с автоматизированными системами, особенно там, где данные вводятся вручную.

Аналитики считают, что пользователи должны сменить системы, основанные на электронных таблицах, или процессы, требующие много ручного труда, на пакетные приложения по бюджетированию, планированию и прогнозированию.

Процесс бюджетирования, основанный на электронных таблицах, изначально ущербен. Он носит хаотичный характер, требует много труда, подвержен ошибкам, сложен в использовании теми сотрудниками, кто не силен в электронных таблицах, небезопасен, вызывает сложности при поддержке и проверке.

#### Системы оперативного учета с интегрированным анализом.

Предназначены для предоставления информации с целью ведения текущей деятельности компании исполнительными службами. Цель такого учета – дать информацию о текущей ситуации в компании.

#### Экспертные системы.

Экспертные системы дают возможность получать менеджеру необходимую информацию для принятия решений по любым проблемам при наличии соответствующей базы знаний.

Экспертные системы – это набор программ, выполняющий функции эксперта при решении задач из некоторой предметной области. Экспертные системы выдают советы, проводят анализ, дают консультации, ставят диагноз. Практическое применение экспертных систем на предприятиях способствует эффективности работы и повышению квалификации специалистов.

Главным достоинством экспертных систем является возможность накопления знаний и сохранение их длительное время.

В зависимости от уровня и способа решения задач они делятся на следующие группы:

Экспертные системы, основанные на правилах. В системе, основанной на правилах, знания в проблемной области, необходимые для решения задач, закодированы в форме правил и содержатся в базе знаний. Безусловно, для представления знаний наиболее широко применяются правила.

Экспертные системы, основанные на примерах. Экспертные системы, основанные на примерах, характеризуются как индуктивные, то есть общие заключения делаются только на основе большого количества частных примеров. На основе анализа большого объема информации,

представленной в виде набора частных случаев, выявляются общие закономерности, которые в свою очередь впоследствии применяются к новым аналогичным ситуациям.

Экспертные системы, основанные на принципах. Нечеткая логика представляет собой область математики, применение которой позволяет сводить описание сложных предметных областей к набору основных принципов, способных управлять всей предметной областью в некоторых заданных рамках. Нечеткое правило, которое должно пониматься как принцип, а не закон.

Экспертные системы, основанные на имитационном моделировании. Данные экспертные системы позволяют при исследовании функционирования сложных систем составить модель на основе имеющихся данных и экспертных оценок и затем на основе свойств данной модели протестировать процесс функционирования данной системы, вводя в модель те или иные данные с целью получения оптимальных выходных характеристик.

В результате проведенного исследования были проанализированы существующие типы систем анализа предприятия.

#### *Библиографический список*

1. Элти Д., Кумбс М. Экспертные системы: концепции и примеры.- М.: Финансы и статистика, 2007 - 191 с.
2. Управление эффективностью бизнеса в широкой перспективе [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.iso.ru/rus/journal/document10070.phtml>, свободный.

### **НЕЙРОСЕТЕВАЯ СТРУКТУРА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ В КОД ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДВУХСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА**

Ю.А. Челебаева

Научный руководитель – Челебаев С.В.

к.т.н., доц.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время аппарат искусственных нейронных сетей является эффективным инструментом. Процесс формализованного синтеза устройств преобразования и обработки частотно-временных параметров сигналов может быть выполнен на его основе [1].

Потребность воспроизведения функций двух и большего числа переменных обычно обращается при обработке сигналов, снимаемых с независимых датчиков.

Устройства преобразования работают с переменными, обеспеченными в форме частоты  $f$ , длительности временного интервала  $\tau$ , периода изменения  $T$ , его амплитуды в форме напряжения  $U$ , числа импульсов  $n$  или позиционного кода  $N$ .

Преобразователи частотно-временных и амплитудных параметров сигналов, реализующие функциональную зависимость одной переменной описаны в [1, 2]. Преобразователи функций двух переменных могут быть созданы на их основе. Однако эти структуры не учитывают

мультипликативной зависимости между двумя переменными. Поэтому возникает необходимость модификации структур преобразователей на основе персептронных сетей. Ее суть состоит в добавлении дополнительного слоя, вычисляющего взвешенное произведение входных переменных.

Структура преобразователя  $x_1, x_2 \rightarrow y^*$  двух переменных на основе модифицированного двухслойного персептрона показана в рисунке 1. Структура предназначена для получения результата  $y^*$  в виде унитарного кода в диапазоне  $000...0, 100.0, 010..0, \dots, 000...1$  в форме  $y_n^* = \psi_1 \psi_2 \dots \psi_k$ , где  $\psi_i = \{0, 1\}$  – биты кода  $y_n^*$ .

Аналитическое описание для 1-го слоя сети (рисунок 1) имеет вид:

$$z_1 = \prod_{j=1}^3 w_{j,1}^{(1)} x_j \quad (1)$$

где  $x_1$  и  $x_2$  – входные преобразуемые переменные;  $x_3 = \Delta x_0 = x_{\max} / k$  – эталон преобразования;  $z_1$  – вывод нейрона 1-го уровня;

$w_{j,1}^{(1)}$  – коэффициенты, которые устанавливают веса синоптических связей между вводами и нейроном 1-го уровня.

Аналитическое выражение для 2-го слоя сети (рис.1) приняло вид:

$$z_i^{(2)} = F^{(2)} \left( \sum_{j=1}^3 w_{j,i}^{(2)} x_j + z_1 \right), \quad i = \overline{1, 2k}, \quad (2)$$

где  $F^{(2)}$  – пороговая функция активации:

$$F^{(2)}(S_i^{(2)}) = \begin{cases} 1, & \text{если } S_i^{(2)} \geq \theta_i^{(2)}; \\ 0, & \text{иначе;} \end{cases} \quad (3)$$

где  $S_i^{(2)} = \sum_{j=1}^M w_{j,i}^{(2)} \cdot x_j$  – взвешенная сумма значений  $x_j$ .

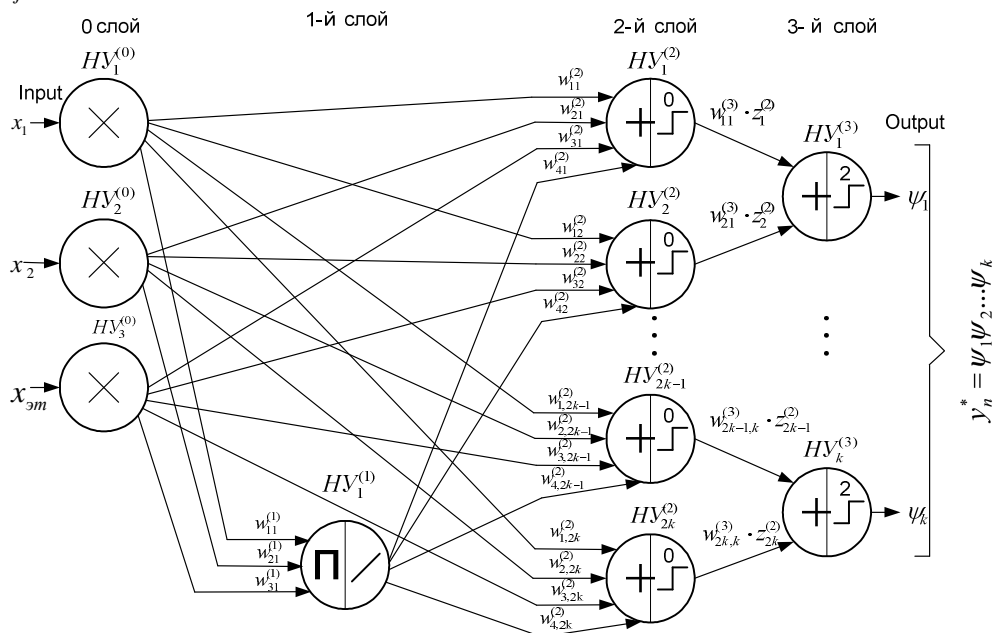


Рис.1 – Структура преобразователя  $x_1, x_2 \rightarrow y^*$  на основе модифицированного двухслойного персептрона

Результирующее выражение для 2-го слоя сети (см. рисунок 1):

$$z_i^{(2)} = F^{(2)} \left( \sum_{j=1}^3 w_{j,i}^{(2)} x_j + \prod_{j=1}^3 w_{j,1}^{(1)} x_j \right), \quad i = \overline{1, 2k}. \quad (4)$$

Описание преобразователя  $x_1, x_2 \rightarrow y^*$  функций двух переменных на основе модифицированного двухслойного персептрона приняло вид (4):

$$\psi_i = F^{(3)} \left( \sum_{r=1}^{2k} w_{r,i}^{(3)} F^{(2)} \left( \sum_{j=1}^3 w_{j,r}^{(2)} x_j + \prod_{j=1}^3 w_{j,1}^{(1)} x_j \right) \right), \quad i = \overline{1, k}, \quad (5)$$

где  $F^{(2)}$  и  $F^{(3)}$  – пороговые функции активации вида (3).

Проведено обучение сети преобразователя частоты в код двух переменных на основе модифицированного двухслойного персептрона.

Предложенная структура реализована на языке описания аппаратуры VHDL, проведено ее моделирование. Применение структуры преобразователя позволит увеличить точность преобразования.

#### *Библиографический список*

1. Локтюхин В.Н., Челебаев С.В. Нейросетевые преобразователи импульсно-аналоговой информации: организация, синтез, реализация / Под общ. ред. А.И. Галушкина. М.: Горячая линия – Телеком, 2008. 144 с.

2. David W. Tank, John J. Hopfield. Simple "neural" optimization networks: an A/D converter, signal decision circuit and a linear programming circuit // IEEE Circuit and Systems, vol. CAS-33, May 1986, pp. 533-541.

### **СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИИ СПАСАТЕЛЕЙ**

А.А. Боев

Научный руководитель – Васильев Е.В.

К.Т.Н., доц.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе рассматривается проблема обеспечения безопасности спасателей. В ходе службы им приходится сталкиваться с рядом опасностей, которые несёт их непосредственная работа. Порой необходимо принимать быстрые решения, и задуматься о собственной безопасности некогда.

Для решения этой проблемы была разработана система, состоящая из двух устройств: мобильной и базовой станций. Мобильная станция закрепляется в экипировке спасателя и передаёт по запросу от базовой станции ряд жизненно важных данных:

1) Идентификация обладателя: посредством индивидуального ключа 1-wire каждый спасатель при получении мобильной станции записывает свой "позывной" в память устройства для дальнейшей идентификации в системе.

2) Определяет давление кислорода в баллоне, для его дальнейшего использования в расчётах оставшегося времени работы спасателя с этим кислородным баллоном.

3) По средствам встроенного акселерометра определяется состояния спасателя: движение, вертикальное положение, горизонтальное-неподвижное положение опасное для жизни спасателя.

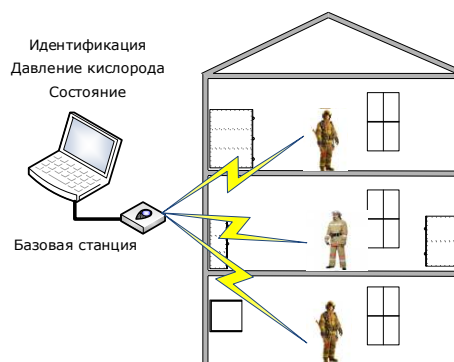


Рис. 1

Базовая станция принимает сигнал телеметрии от всех мобильных станций, обрабатывает и передаёт на компьютер для систематизации и удобного представления пользователю. Соответствующее ПО также разработано.

Основной задачей мобильной станции является сбор данных с датчиков, и передача их по радиоканалу на базовую станцию по её запросу. Интегральный цифровой приёмопередатчик построен на микросхеме ADF7020 компании ANALOG DEVICES, которая предназначена для организации ближней связи в составе системы домашней и промышленной автоматики, автоматических беспроводных измерительных систем и систем сигнализации. Работает в ISM диапазоне 430 МГц. Имеет высокий коэффициент подавления соседнего и зеркального каналов. Выходная мощность передатчика от -16 до +13 dBm. Ток потребления составляет 19 мА в режиме приёма и 26,8 мА в режиме передачи (выходная мощность +10 dBm).

В качестве управляющей части был выбран 8 битный AVR микроконтроллер компании ATMEGA8L – 8AU так как он обладает хорошим быстродействием, имеет достаточное количество подключаемых периферийных устройств и низкие показатели энергопотребления: в активном режиме 3,6 мА, а в режиме энергосбережения 0,5 мкА.

В качестве датчика движения и ускорения был выбран акселерометр компании ANALOG DEVICES модель ADXL345-EP. Этот датчик хорошо подходит для применения в мобильных устройствах, так как он обладает малым энергопотреблением, всего 40 мкА в режиме измерения и 0,1 мкА в режиме ожидания при  $V_s=2.5V$ . Отличительной особенностью является несколько специальных функциональных блоков. Блок детектирования активности и неактивности позволяет обнаружить наличие или отсутствие движения, а также превышение ускорения по любой из осей.

Идентификация пользователя (спасателя), осуществляется с использованием всем известной микросхемы (домофонный ключ) компании DALLAS SEMICONDUCTOR модели DS1990A, выполненной в виде таблетки для удобства использования. Микросхема DS1990A обменивается данными с микроконтроллером ATMEGA8L – 8AU по двухпроводной шине 1-wire.

Питание всех составных частей мобильной станции производится через стабилизатор напряжения L78L33ABUTR. Максимальный ток нагрузки которого составляет 0,1 А. Выходное напряжения 3,3 В, входное от 5,5 до 20 В.

Общая энергопотребляемость всего устройства составляет: в режиме приёма 23 мА, в режиме передачи 30,8 мА. Отсюда не сложно рассчитать время работы устройства от одного комплекта аккумулятора. Средняя ёмкость щелочной батареи составляет 2500 мАч. С учётом режима работы 20:1 (приём:передача) время автономной работы приблизительно составит 101ч.

Комплектация базовой станции отличается от мобильной тем, что в ней не используются датчики для получения телеметрии, а используется микросхема FT232RL для связи микроконтроллера с компьютером.

В итоге была разработана принципиальная схема базовой и мобильной станций. Моделирование в среде Micro Cap и ADF70xx Evaluation Software (разработанная компанией ANALOG DEVICES) позволило ускорить процесс расчёта компонентов. Следующим этапом стала отладка программного кода микроконтроллеров базовой и мобильной станций. После чего были разработаны печатные платы и проведены предварительные испытания. Результат испытаний можно считать положительным.

## **МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ВСТРОЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПАКЕТА ПРОГРАММ MICROSOFT OFFICE 2010**

Ф.Р Волкова, А.В. Городничева, Е.А. Жаркова, А.Е. Якунькин

Научный руководитель – Швечкова О. Г.

к.т.н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В современном мире информация стала важнейшим стратегическим ресурсом. Информационные системы уже не просто инструмент, обеспечивающий обработку информации для структурных подразделений и конечных пользователей внутри организации, теперь они – средство для формирования услуг, основанных на информации, которые обеспечат фирме конкурентное преимущество на рынке. Осуществляется переход с бумажных носителей к электронному документообороту. В настоящее время трудно оценить полный прогресс этих технологий. Развиваются существующие и создаются новые инновационные технологии. Поэтому и менеджеры, и исполнители должны понимать основные концепции и способы применения информационных технологий и быть способными принимать важные решения относительно их использования. Ответственность менеджера в области этих технологий — обладание техникой личной работы в информационной среде и умение принимать правильные стратегические решения по развитию информационных систем организаций. Необходимо грамотно управлять информацией и улучшать свое дело при помощи ее правильного использования. Это требуется для повышения эффективности работы и качества управления [1].

Для обеспечения конфиденциальности информации в электронном виде пользователи, как правило, применяют такие средства, как упаковка в архивы с паролем, назначение разрешений на доступ к тем или иным папкам и файлам для пользователей компьютера, шифрование средствами файловой системы, шифрование с помощью различных специализированных программ и пр. При этом для защиты малоценной информации порой применяют такую «тяжелую артиллерию», как PGP и

др. И наоборот, пользователь оставляет незащищенным ценный документ, поскольку не знает о возможностях для его защиты. Между тем некоторые программы имеют встроенные средства защиты данных от посторонних глаз.

К программам защиты информации относятся, например, компоненты всем известного программного пакета Microsoft Office. С помощью встроенных в них средств возможен запрет не только на открытие файла, но и на изменение информации в нем, а также возможно разрешение на изменение только отдельных элементов документа.[2]

В рамках предлагаемой методики рассматриваются особенности встроенных механизмов защиты самой популярной на сегодняшний день офисной системы – Microsoft Office 2010. Предлагается следующая структура учебно-практических занятий.

Методические указания по изучению каждого раздела содержит достаточный теоретический материал, подробно проиллюстрированный графическими изображениями в виде скриншотов, задания для самостоятельной практической работы по соответствующей теме, перечень контрольных вопросов, краткие выводы по изученному материалу, которые весьма просты для запоминания и усвоения пройденного.

Перечень рассматриваемых материалов выстроен по принципу изучения от общих и более простых основ к более глубокому и профессиональному освоению встроенных защитных механизмов офисной системы Microsoft office 2010.

Первый раздел методики предполагает изучение таких механизмов, как:

- настройка защиты паролем просмотр и редактирование Word-документов;
- настройка защиты ограничения разрешенного набора стилей Word-документов;
- настройка защиты паролем просмотр и редактирование Excel-документов;
- настройка защиты листа в Excel-документов от изменений с возможностью редактирования отдельных ячеек.

В следующем разделе методики изучаются такие встроенные защитные функции, как:

- настройка защиты приложения от повреждения из-за неумышленного изменения пользователями таблиц, запросов, форм, отчетов и макросов, от которых зависит работа приложения;
- настройка защиты конфиденциальных сведений в базе данных;
- настройка защиты паролем просмотр и редактирование PowerPoint-документов.

В заключительном разделе, в части практического освоения элементов современного электронного документооборота, рассматриваются две темы.

Первая тема посвящена изучению современных видов угроз и разрушающих документы, их способов функционирования, алгоритмов деструктивных воздействий, способов их обнаружения, нейтрализации, профилактики.

В последней теме рассматривается механизм реализации электронной цифровой подписи как основного элемента современного электронного документооборота.



Резюмируя представленный подход к изучению встроенных защитных механизмов MS Office, можно предложить выполнение части достаточно несложных практических работ в рамках общеобразовательных дисциплин, связанных с изучением курсов информатики и информационных технологий. Более глубокую проработку отдельных тем, связанных с изучением специфических защитных функций, можно рекомендовать для студентов, завершающих профессиональное образование.

Предложенный научно-практический подход к освоению дисциплин прикладной информатики позволит повысить качество и актуальность инженерной подготовки будущих специалистов.

#### *Библиографический список*

- 1.<http://www.cfin.ru/press/management/2001-2/godin.shtml>
- 2.<http://microsoft-word.net/informacionnye-stati/12-vozmozhnosti-zaschity-dokumentov-ms-word.html>

---

**Секция 2**  
**Информационные технологии в образовании**

---

**ИНТЕРНЕТ-ЗАВИСИМОСТЬ И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ**

А.М.Конаш

Научный руководитель – Царик И.А.

к.п.н., доц.

**Белорусский государственный педагогический университет  
имени Максима Танка**

В докладе рассматриваются пути решения проблемы интернет зависимости детей и молодёжи при использовании современных информационных технологий в образовании.

Современные информационные технологии развиваются колоссальными темпами. Если ещё десять лет назад компьютер в доме был не у каждого, то сегодня у многих детей имеются и мобильные средства доступа к интернету (смартфоны, планшеты и т.п.). Прогресс позволяет практически постоянно быть он-лайн в сети. Однако в этой ситуации, многие исследователи, психологи и педагоги столкнулись с проблемой интернет зависимости молодых людей. При этом можно констатировать массовый и лавинообразный характер этого явления. Реальность жизни такова, что Интернет не исчезнет из жизни людей. Поэтому становится актуальным вопрос повышения информационной культуры молодого поколения и поиск методов решения проблемы интернет зависимости.

Исследованием проблемы зависимости личности от компьютера занимались М. Гриффитс, М. Фенишел, А.Е. Жичкина, Н.В. Чудова, А.Ю. Егорова, Ц.П. Короленко, А.Е. Войскунский. На сегодня остаётся много не до конца изученных вопросов в этой теме. В том числе возможные методы её решения при помощи дистанционного обучения.

Дистанционное обучение представляет собой взаимодействие преподавателя и ученика асинхронно во времени и пространстве с целью получения учеником определённых знаний или навыков. Сегодня эта форма обучения очень активно развивается и дорабатывается. Открываются различные дистанционные курсы в различных странах и в различных направлениях обучения, начиная от элементарной школьной программы и заканчивая курсами повышения квалификации узких специалистов компаний.

Нас интересуют именно дистанционные курсы, рассчитанные для детей школьного возраста. На базе ГУО «Гимназия №13 г.Минска» нами был создан один из таких курсов для сопровождения учебного предмета математика в 6 классах.

В ходе обучения в нашем курсе дети кроме изучения программных знаний изучали дополнительную информацию по предмету, участвовали в онлайн-играх по предмету, общались между собой, делились полезной информацией и обменивались знаниями. При анализе анкетных данных было обнаружено, что в процессе обучения на курсе у многих детей возрос уровень познавательной активности к предмету, многие дети повысили показатели учебной деятельности.

Современные дети очень много времени проводят в Интернете. Их вниманию предоставлен огромный поток практически неконтролируемой разнородной информации, для развлечений существуют множества сайтов, которые предлагают красочные и запоминающие онлайн игры, для общения созданы огромные социальные сети, в которых среднестатистический современный ученик и студент проводит от 4 до 7 часов. При этом нередки случаи, когда ребёнок пренебрегает сном, едой. При длительном увлечении виртуальным миром рушатся социальные контакты в реальном мире, возникают проблемы с учёбой. В наихудшей ситуации возможны психологические последствия: агрессивность, рассеивание внимания и неспособность к длительной концентрации на предмете или деятельности.

Как мы отмечали ранее, современный мир неразрывно связан с Интернетом. При анализе работы детей с дистанционным курсом нами были выдвинуты некоторые методы моделирования дистанционных курсов, которые позволяют уменьшить риски развития тяжёлых форм интернет зависимости у детей.

На первое место мы поставили внешнюю привлекательность таких курсов. Сегодня, из-за развития интернет технологий, всё больше молодых людей начинают (или учатся) клиповому способу мышления и обработки информации, который строится на первоначальном анализе визуальной информации и очень плохой способностью критически работать с текстовой информацией. Именно поэтому, чтобы привлечь к курсу детей надо делать его максимально визуально привлекательным.

Вторым важным методом можно назвать разработку интерактивных заданий. Взаимодействие – очень сильное средство обучения и научения. Правильно налаженная обратная связь с учениками создаёт у него чувство причастности, нужности, которые так часто теряются на огромных просторах Интернета, но легко даются умелыми маркетологами молодым людям в всевозможных, часто бесполезных, онлайн играх.

Третьим методом мы выделим необходимость развития у детей информационной грамотности и культуры. Многие дети осваивают Интернет быстрее взрослых. Проблема в том, что они имеют доступ к информации не рассчитанной на их возраст. При этом, на многих сайтах, подобное ограничение заключается только в выборе «да» или «нет». Мы, как педагоги и психологи, понимаем, какую кнопку хочет нажать ребёнок. И только воспитание, сформированная культура использования информационных технологий может помочь ему сделать верный выбор. Поэтому в наших курсах мы предоставляем детям различный материал по развитию детей, самосовершенствованию, биографии великих и т.п. Всё то, что может пробудить лучшее в детях, сформировать из них личность, к окончанию школы.

Мы понимаем, что лучше не допустить интернет зависимости у ребёнка, чем потом бороться с ней. Именно поэтому мы видим решения этой проблемы в противопоставлении дистанционного образования социальным сетям, онлайн играм и пустому брожению в интернете. Для этого курсы должны соответствовать времени, быть визуально привлекательными, интерактивными, предоставлять полезный контент.

*Библиографический список*

1. Погодина Н.Н. Преимущества и недостатки дистанционного образования с помощью интернета/Н.Н. Погодина// Интерактивные технологии и дистанционное обучение как инструмент повышения качества образования: сб. науч. тр. / С.-Петерб. гос. ун-т, Кино и телевидения, С.-Петербург. – С.-Петербург.,2014.- с. 32-36.

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ  
КВАЛИФИКАЦИИ ЛЮДЕЙ ПЕНСИОННОГО И ПРЕДПЕНСИОННОГО  
ВОЗРАСТА**

Е.С. Шапошникова, Л. М. Евдокимова  
Научный руководитель – Пылькин А.Н.  
д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе рассматриваются проблемы повышения квалификации людей пенсионного и предпенсионного возраста, а также способы и средства их решения с учетом применения информационных технологий. Ввиду стремительного развития информационных технологий, их повсеместного использования и постоянного расширения сферы их применения, повышается ценность тех специалистов, которые способны использовать данные технологии в своей работе, не являясь при этом специалистами в области ИТ.

Как правило, представители данных возрастных категорий не обладают достаточными навыками и знаниями в области информационных технологий, что, ввиду повсеместного их использования, в том числе на рабочих местах специалистов абсолютного большинства сфер, приводит к возникновению проблем, связанных, в первую очередь, с основным рабочим процессом. Данные проблемы приводят к падению конкурентоспособности кадров пенсионного и предпенсионного возраста на рынке труда и, как следствие, к ухудшению качества их жизни. Однако они являются ценными специалистами в своих областях и обладают большим объемом профессиональных знаний, подкрепленных опытом их реального применения. По этой причине переобучение данных сотрудников позволяет им избежать большинства вышеперечисленных проблем, а работодателям – сохранять ценные кадры.

В связи с увеличением числа людей старше трудоспособного возраста, проблема социальной поддержки данной возрастной группы в настоящий момент стоит крайне остро и требует немедленного решения, которым может стать повышение квалификации специалистов пенсионного и предпенсионного возраста. В настоящее время данный вопрос является приоритетным в государственной политике.

Существует ряд способов решения данной проблемы, в том числе государственные программы, курсы переквалификации при центрах занятости населения, курсы повышения квалификации в частных центрах образования.

Однако весьма перспективным является создание центров переподготовки и повышения квалификации при высших учебных заведениях, позволяющих осуществить качественную и централизованную

подготовку кадров. Такие курсы могут быть средством реализации государственных программ, направленных на повышение квалификации и переподготовку кадров. Преимущество таких центров очевидно: помимо свидетельства государственного образца, подтверждающего качество пройденного слушателем курса и, соответственно, его квалификацию, специалист получит необходимые для его работы знания и навыки в области информационных технологий от преподавателей, обладающих большим опытом работы и занимающихся научной деятельностью в данной сфере.

Таким образом, курсы повышения квалификации в области информационных технологий дают специалистам пенсионного и предпенсионного возраста возможность сохранить и улучшить свое положение на рынке труда и стимулируют их продолжать свою трудовую деятельность. Поэтому создание соответствующих центров при высших учебных заведениях ускоряет процесс переподготовки и повышения квалификации специалистов.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-ПОРТФОЛИО КАК СРЕДСТВА КОМБИНИРОВАННОГО ОЦЕНИВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЕМЫХ**

А.О. Сапрыкина

**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

Уровень развития веб-технологий на данный момент отрывает широкие возможности для использования их не только как вспомогательные или основные средства обучения, но и во многих других аспектах образования, в том числе как средства оценивания образовательных достижений обучаемых. Одной из таких многообещающих веб-технологий является технология электронное портфолио - организованная обучающимся с помощью ИКТ совокупность документов, включающую результаты квалификационных работ и их примеры, подтверждения сертификатов и дипломов в системе академического образования [2] и развившаяся на ее основе технология веб-портфолио. Веб-портфолио (webfolio) объединяет в себе все свойства электронного портфолио и позволяет перенести его ведение в интерфейс социальной сети [1].

Оценивание образовательных достижений может осуществляться либо с точки зрения количественного подхода, который включает в себя тестирование, контрольные, самостоятельные работы и прочее, либо с точки зрения качественного подхода, который для оценивания использует презентации обучающихся, наблюдение за ними или обсуждение их достижений с другими обучающимися и преподавателями. Однако наиболее эффективным является комбинированное оценивание, включающее в себя как элементы количественного, так и элементы качественного оценивания. Технология веб-портфолио, базирующаяся на сервисах социальных сетей, предоставляет широкие возможности для проведения качественного оценивания, например, путем демонстраций презентаций с возможностью дальнейшего обсуждения в сообществах или обмена тематическими разработками самих обучаемых. Все эти виды деятельности позволяют раскрыть творческий потенциал студентов и, что наиболее важно, побуждают их к рефлексии и самоконтролю.

Количественное оценивание также легко реализуемо в системе веб-портфолио. Оно поддерживает создание страниц, на которых будут расположены опросы, тесты или проблемные задания, которые помимо традиционного выполнения могут повлечь за собой обсуждение возможных вариантов достижения правильных ответов, раскрывая тем самым глубину знаний и разнообразие подходов обучаемых, служа тем самым эффективным средством комбинированного оценивания.

### *Библиографический список*

1. Панюкова С. В., Гостин А. М., Кулиева Г. Создание веб-портфолио студента: Методические рекомендации: учеб. пособие. – Рязань.: «Рязанский государственный радиотехнический университет», 2013 г. – 22 с.

2. Панюкова С.В., Есенина Н.Е. Е-портфолио. Журнал «Информатика и образование», Изд-во «Образование и информатика». - М.: No 3, 2007. - С.85-87.

## **О ПОКАЗАТЕЛЯХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В ВУЗАХ**

О.Е. Белошапкина

Научный руководитель – Виденин С.А.

к.п.н, доц.

### **Институт космических и информационных технологий Сибирского федерального университета**

На сегодняшний день в нашей стране очень остро стоит проблема образования. Ни для кого не секрет, что уровень образования в современной России гораздо ниже, чем в советское время. Это связано с несколькими причинами, например введение в учебные заведения западной системы образования и попыткой совместить ее с нашей российской. Также проблемой является то, что высшие учебные заведения порой настолько сильно гонятся за различными рейтингами, что не обращают внимания на качество обучения студентов.

Вернемся на полвека назад. В советские годы не все молодые люди поступали в ВУЗы. Было очень большое количество профессиональных учебных заведений, а подготовка кадров высшей квалификации велась в соответствии с планами развития народного хозяйства страны и потребностями других отраслей хозяйства и культуры. И хоть все высшее образование было бесплатное, но высших заведений было мало.

На сегодняшний день количество высших заведений в стране значительно увеличилось, и, вместе с тем, увеличилось и число выпускников школ поступающих в институты. Как следствие, в стране стало слишком много людей с высшим образованием. Но является ли это образование качественным?

Для того чтобы это понять, нужно сначала определить факторы оценки образовательного процесса. Очевидно, что имеющиеся сегодня показатели, такие как рейтинг учебного заведения, результаты ЕГЭ

поступивших абитуриентов, количество статей написанных работниками университетов и многие другие, не отображают реальную обстановку дел.

Взять, например, результаты Единого Государственного экзамена. Начнем с того, что ЕГЭ – это тест, который обрабатывается машиной и который является основным экзаменом, для поступления в ВУЗ. Такое положение этого теста дает трещину в качестве образования. Ведь теперь все, что изучается в страшной школе, изучается, чтобы сдать ЕГЭ. Попросту говоря, учителя натаскивают учеников для сдачи этого теста. Тем самым ученики школ начинают мыслить шаблонно. Они не умеют выражать свои мысли и дискутировать по поводу важных вопросов.

И это только одна из проблем. Вторая заключается в том, что этот тест не дает в полной мере показать знания выпускника или же наоборот незнания. В настоящее время (нередко происходит ситуация, когда) очень много умных ребят не могут поступить в ВУЗ только потому, что у них мало баллов по ЕГЭ, а ребята, у которых баллы высокие – отчисляются после первой же сессии.

Таким образом мы показали, что сегодняшние показатели качества образования далеки от действительных, несмотря на это с каждым годом число таких показателей все увеличивается. Из этого следует, что необходимо «уходить» от факторов оценки образования и выявлять другие.

Опираясь на труды А.В. Медведева можно сформировать начальный список показателей, причем как негативный, так и позитивный, который сформировался благодаря мнениям студентов и преподавателей. К негативным признакам были отнесены: лень, отсутствие желания/стимула к учебе, недостаточный материальный достаток семьи, стремление к финансовой независимости, развлечения, ошибка при выборе профессии, обучение с целью получения диплома, отсутствие контакта с преподавателем, низкий культурный уровень, низкие стипендии и зарплаты. К положительным показателям можно отнести большое количество источников информации, техническое оснащение, возможность участия в конференциях, конкурсах и т.д. [1] Но нужно иметь в виду, что это только начальный и не проверенный список показателей, который может впоследствии полностью измениться. Также в список показателей необходимо внести востребованность специальности.

Конечно, при моделировании учебного процесса необходимо учитывать все зависимости между показателями и, безусловно постановка задачи моделирования образовательного процесса относится к категории достаточно сложных не только из-за несопадающих мнений экспертов и их окончательного согласования, но и необходимости использования разнотипной информации. [2]

Рассматривая процесс образования «тогда» и «сейчас», можно сделать однозначный вывод о том, что усовершенствование образовательного процесса привело к негативным последствиям. В итоге - сегодняшнее образование гораздо хуже, чем 50 лет назад. Дело не только в попытке государства ввести западную систему, а еще и в том, что на данный момент в стране каждый год меняются потребности. Все больше и больше развиваются различные технологии, и все больше и больше требуется качественных специалистов в различных областях. Конечно,



определяющим фактором, повлиявшим на образование, можно считать социально-экономические изменения. Их детальное изучение позволит узнать причины всей совокупности таких факторов и определить их влияние на образовательный процесс.

Изучение образовательного процесса и факторов, влияющих на него, является очень трудоемким делом, требующим привлечения множества специалистов различных областей. Но, в случае успеха проведения данной работы, можно будет привести систему образования к желаемому результату.

#### *Библиографический список*

1. Медведев А.В., Ярлыкова Л.К. О компьютерном «портрете» образовательного процесса // Труды IX Всероссийской научно-практической конференции «Системы автоматизации в образовании, науке и производстве (AS`2013)», г.Новокузнецк. – 2013. – С.12-19.

2. Тарасенко Ф.П. Моделирование и феномен человека. Ч.1. Моделирование – инфраструктура взаимодействий человека с реальностью – М.: Научные технологии, 2012. – 137 С.

### **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ**

Е.А. Степаненко

Научный руководитель – Старикова А.Ю.

к.т.н., доц.

#### **Пензенский государственный университет**

В докладе рассмотрены методы воздействия на психо-эмоциональное состояние человека с целью развития его способностей, интеллекта и влияния на самочувствие. Одним из таких методов является аудиовизуальная стимуляция, при которой изменение функционального состояния центральной нервной системы достигается за счет воздействия периодическими импульсами света (вспышки) на зрительный анализатор (глаза) и звука (шелчки или бинауральные биения) на слуховой анализатор (уши). Технология аудиовизуальной стимуляции дает возможность контролировать психо-эмоциональное состояние без воздействия посторонних установок, внушений и без формирования зависимости. Для проведения процедур используется современный портативный прибор свето-звуковой стимуляции (Nova Pro 100), который позволяет целенаправленно подбирать интенсивность и частоту воздействия для быстрого достижения разнообразных эффектов от легкой релаксации до состояния схожего с тем, которое достигается годами медитативных практик, и с другой стороны – активации, повышения успеваемости, улучшения памяти. Физическая и умственная тренировка формирует стабильную основу для углубления концентрации и создания внутренней гармонии. С помощью этой программы можно добиться успехов в развитии умственных способностей, снятии стрессового состояния, оптимизации работы памяти, создании творческого настроения, стимуляции жизненной энергии, улучшении способностей к обучению.

Электрическая активность головного мозга, регистрируемая на поверхности кожных покровов головы, разделяется на несколько частотных и амплитудных диапазонов, которые соотносятся с состояниями возбуждения, сна и бодрствования.

БЕТА-волны (b-ритм, 13-30 Гц): характеризуются усилением аналитической концентрации. Состояние бдительности, напряженности, живости, логико-аналитическое мышление тесно переплетается с некоторым беспокойством, ощущением дискомфорта, страха и стресса. Подобные ощущения характерны для большинства людей (нормальное состояние возбуждения, стресс, беспокойство).

АЛЬФА-волны (a-ритм, 8-12 Гц): основа для умственной и физической релаксации. Отличительной особенностью этого состояния являются восприимчивость, улучшение умственной деятельности, творчества, фантазии и интуиции. Возможно интегрировать физическое и умственное состояние, а также левое и правое полушария головного мозга. Эти волны особенно полезны при изучении и запоминании информации.

ТЕТА-волны (q-ритм, 4-7 Гц): обнаруживаются преимущественно в процессе засыпания. Тета-волны восстанавливают баланс между парасимпатической и симпатической отделами нервной системы. Тета-волны можно замерить в состоянии глубокой медитации.

ДЕЛЬТА-волны (D-ритм, 1-3 Гц): обнаруживаются главным образом в глубоком сне, реже – в бодрствующем состоянии. Соответствующее состояние появляется во сне без сновидений, в трансе или при глубоком гипнозе, а также во время саморегенерации.

Простейшая программа аудиовизуальной стимуляции включает в себя стартовую бета-частоту (b-ритм), период снижения частоты, основную частоту, периоды подъема и финальную частоту, равнозначную исходной.

Были проведены исследования воздействия альфа- и бета-волн на экстраверта. Отмечалось улучшение концентрации внимания и поток положительных мыслей. Однако при переходе на бета частоту отмечалось состояние тревоги, которое затем переходило в расслабленное из-за снижения на альфа частоту.

В дальнейшем планируется работа с «Photosonix 515” (созданный специально для организации фонового звукового заполнения помещений) или его аналогом. Такие приборы рекомендуется применять в школах для улучшения усвоения нового материала; в различных диспетчерских пунктах и в полицейских участках для организации внимания и бодрого состояния в любое время суток; в комнатах психологической разгрузки для быстрого восстановления работоспособности.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

Э.Ф. Шадрина, А.В. Чечерин

Научный руководитель – Старикова А.Ю.

к.т.н., доц.

**Пензенский государственный университет**

В докладе рассматриваются возможности использования в учебном процессе современных графических пакетов для формирования

трехмерных геометрических моделей и изготовления макетов и корпусов изделий на 3D принтере. На учебной практике была разработана трехмерная геометрическая модель фоторамки средствами Autodesk 3ds Max 2012 и получен ее макет с помощью программы Polygon for builder для 3D-принтера Picaso.

При создании модели применялось большое количество функций и модификаторов, из которых наиболее используемыми являются:

- Union (Объединение). Эта функция объединяет два объекта в один и удаляет перекрывающиеся или накладывающиеся области;
- Intersection (Пересечение). Эта функция создает объект, который содержит только перекрывающиеся области обоих объектов;
- Bend (модификатор, изгибающий поверхность под заданный угол, с помощью которого можно передвигать центр изгиба);
- Shell (выдавливающий модификатор (придающий объем) используемый для сплайнов и любых других объектов);
- Twist (модификатор, который скручивает поверхность по заданной оси, изменяющий центр скручивания);
- TurboSmooth (модификатор, обеспечивающий сглаживание поверхности с заданной силой);
- Relax (модификатор, который избавляет поверхность от острых углов).

В процессе создания модели возникли сложности пересечения оболочек модели без объединения и наложения полигонов друг на друга (объединение оболочек – это неотъемлемая и обязательная операция моделирования), целостность поверхности (построенная модель должна быть замкнутой, для этого необходимо придать поверхностям объём или толщину, либо замкнуть тело поверхностью), отсутствие у модели касательных поверхностей (детали, расположенные вплотную друг другу то они могут "слипнуться", для решения этой проблемы необходимо их объединить, либо разделить с минимальной величиной отступа, предусмотренной для каждого конкретного материала).

Моделирование для 3D печати отличается от графического рисунка или, например, от трехмерного моделирования для видео. Прежде чем создавать модель нужно учитывать некоторые моменты:

1. 3D принтеры поддерживают определенные форматы файлов (3D принтеры поддерживают определённые форматы файлов. Например: \*.STL (для печати бесцветных и одноцветных моделей) и \*.WRL( для печати цветных моделей).

2. 3D-печать выполняется только при условии отсутствия ошибок в модели.

Модели сохраняются в стереолитографическом формате STL и передаются в программу Polygon for builder.

Для вывода на печать в программе Picaso Polygon формируется задание для генерации G-кода. Полученную трехмерную модель сохраняют в файле формата \*.stl и загружают в программу Polygon. Для лучшего прилипания к печатной платформе используют специальную самоклеящуюся пленку для лазерных принтеров (глянцевая или матовая), которую обезжиривают спиртом. Процесс заправки пластиковой нити имеет свои особенности. Пластиковую нить устанавливают на подставку, подрезают конец нити, чтобы он был ровный. Конец нити заправляют в отверстие для подачи

сбоку принтера, пока нить не начинает упираться в экструдер. Принтер проверяет центровку и выводит в позицию для заправки. Через несколько секунд после остановки принтера из экструдера начинает выдавливаться тонкая расплавленная нить пластика. Нить выползает 10 секунд и процесс заправки на этом завершается.

Для загрузки модели выбирают STL файл и перетаскивают его мышкой на окно программы Polygon. При нажатии кнопки «Подготовить задание» появляется окно параметров генерации, где задаются нужные параметры. Далее начинается печать.

Разработчик 3D принтера Picasso 3D-Builder предоставляет разработчику модели возможность использовать один из нескольких видов сопел: 0.15 мм (для качественной печати) до 0.30 мм (для быстрой печати). Если разработчик выбирает в параметрах печати вид сопла со значением, приближенным к 0.15 мм, то детали модели будут тщательно вырисовываться горячим концом вместе с частью печатающей головки, но время создания модели занимает большое количество часов. Зато модель будет пригодна для использования в разных условиях среды и сможет спокойно контактировать, к примеру, с водой. Если разработчику модели не хочется долго ждать, и задача создания качественно выплавляемой модели для него не является первоочередной, то он может выбрать вид сопла со значением, приближенным к 0.30 мм. Тогда время печати сократится в разы, по сравнению с соплом в 0.15 мм. Но качество создаваемой модели пострадает. Некоторые её детали могут плохо пропечататься или не пропечататься совсем. Это может помешать использовать её по назначению.

Если рассмотреть причину плохого качества печати, то можно прийти к выводу: чем больше размер сопла, и, чем меньше время печати, соответственно, тем быстрее иглолка проходит по данному участку модели в заданную в настройках единицу времени.

## **ТРЕНАЖЕР ПО МАТЕМАТИКЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ**

Р.А. Рогожинский

Научный руководитель – Быкова О.Г.

к.т.н., доц.

### **Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**

Тренажеры – компьютерные программы, предназначенные для самостоятельной работы студента по освоению отдельной темы изучаемой дисциплины и самопроверки знаний по данной теме, разрабатываются, например [1-3]. Для студентов-нефтяников на кафедре информатики Горного Университета создано приложение «Программа-тренажёр по математике. Тема производные», которое способствует успешному усвоению этой темы. Первая версия программы была представлена на конференции в прошлом году [4]. Вторая версия тренажера была представлена на конференции «Неделя науки СПбГПУ» [5]. Для дальнейшей работы намечены пути расширения возможностей тренажера, в частности за счет увеличения тем курса высшей математики,

охватываемых приложением и добавления разделов других учебных дисциплин. В настоящий момент добавлена следующая тема курса высшей математики: «Применение производных. Исследование функций и построение графиков». Расширение возможностей тренажера является поводом для возможного переименования работы: «Интерактивный задачник по математике».

Не нарушая сложившийся интерфейс приложения, в меню добавлен соответствующий пункт (рис. 1).

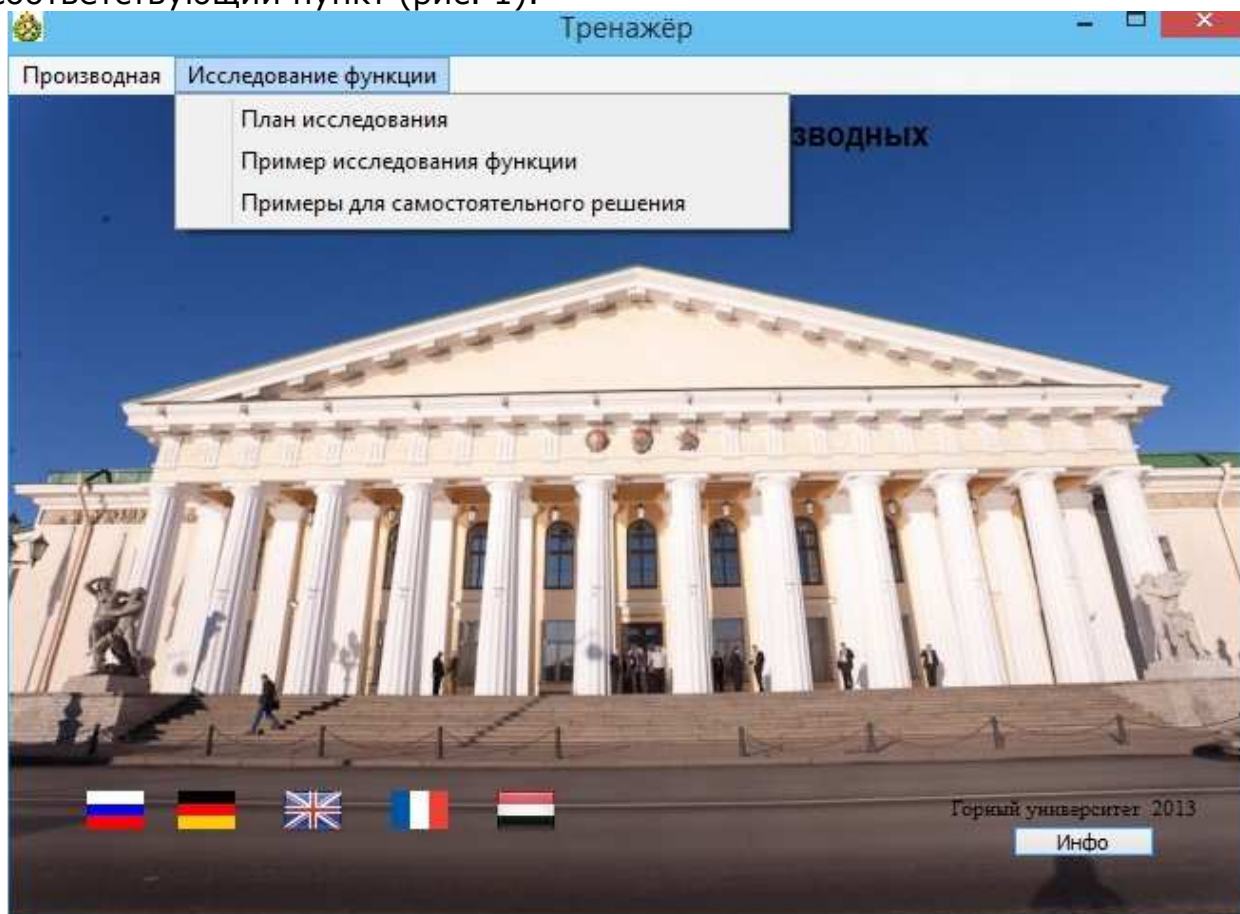


Рис. 1. Окно тренажера

Если в теме производные в качестве теории достаточно привести табличные производные и правила дифференцирования, то для освоения темы «исследование функций и построение графиков» потребовалось привести достаточно объемный теоретический материал, охватывающий все пункты исследований функций. Для освоения темы выделены два возможных класса функций: функция непрерывная и функция с разрывом, в исследовании которых присутствует различие. Студент решает самостоятельно примеры и может проверить правильность, вызвав на экран решения примеров, которые реализуются в окне с прокруткой. На основе исследования функции производится построение графиков. В программе предусмотрено пошаговая иллюстрация, что способствует пониманию и повышает наглядность процесса построения графика.

Данная программа ориентирована для студентов бакалавриата первого курса нефтегазового факультета горного университета. Она будет тестироваться обучающимися нескольких групп первого курса Горного университета. После тестирования разработчики проведут корректировку,

и программа будет передана на кафедру высшей математики для использования.

### *Библиографический список*

1. Клионский Д.М., Перчонок О.В. Тренажер по решению задач в области цифровой обработки сигналов с помощью инженерно-математического пакета MATLAB. Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XIX Международной научно-методической конференции 24 апреля 2013. т.1.- С. 149-151

2. Поликарпов М.С. Программный комплекс для автоматизированной проверки знаний. Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет.2011.С.117-119.

3. Смирнов Н.В. Полный цикл учебно-исследовательской деятельности в университетском образовании. Информационные технологии в медиаобразовании. Сборник научных статей по материалам всероссийской научно-практической конференции 4-5 марта 2013 г.-СПб.: Изд-во СПбГУКиТ,2013.С.114-118

4. Кораблев Е.М., Осадчий Д.Е. Тренажёр по математике. Производная. Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2013.- С.126-127.

5. Кораблев Е.М., Осадчий Д.Е. Компьютерная программа-тренажер по производным. Неделя науки СПбГПУ. Материалы научно-практической конференции с международным участием 3-8 декабря 2013. Часть VII.- С. 59-63.

### **ТРЕНАЖЕР ПО МАТЕМАТИКЕ. ПРОИЗВОДНАЯ**

Е.М. Кораблев

Научный руководитель – Быкова О.Г.

к.т.н., доц.

### **Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**

Использование имитационных тренажерных комплексов в промышленности позволяет повысить профессиональный уровень оперативного и технологического персонала и широко используется летчиками, космонавтами, а также в других областях техники. В учебном процессе идеи тренажеров могут быть использованы с аналогичным назначением. Разработка содержания и положений таких тренажеров проводится во многих вузах, в частности, [1]. И уже реализованы такие тренажеры для студентов разных направлений, например [2-4]. Для студентов-нефтяников на кафедре информатики горного университета создано приложение «Программа-тренажёр по математике. Тема производные», которое способствует успешному усвоению этой темы. Первая версия программы была представлена на конференции в прошлом году [5]. После обсуждения доклада на конференции и тестирования приложения студентами первого курса в него внесены дополнения:



приложение содержит интерфейс на нескольких иностранных языках, расширено количество примеров, изменен подбор примеров приложения в режиме подготовки к контрольной работе.

При запуске программы открывается окно-заставка, в котором указано название приложения и учебного заведения, где обучаются авторы, кнопка выхода из программы и переход в рабочее окно программы. В этом окне пользователь указывает язык интерфейса. По умолчанию язык приложения – русский (рис. 1).

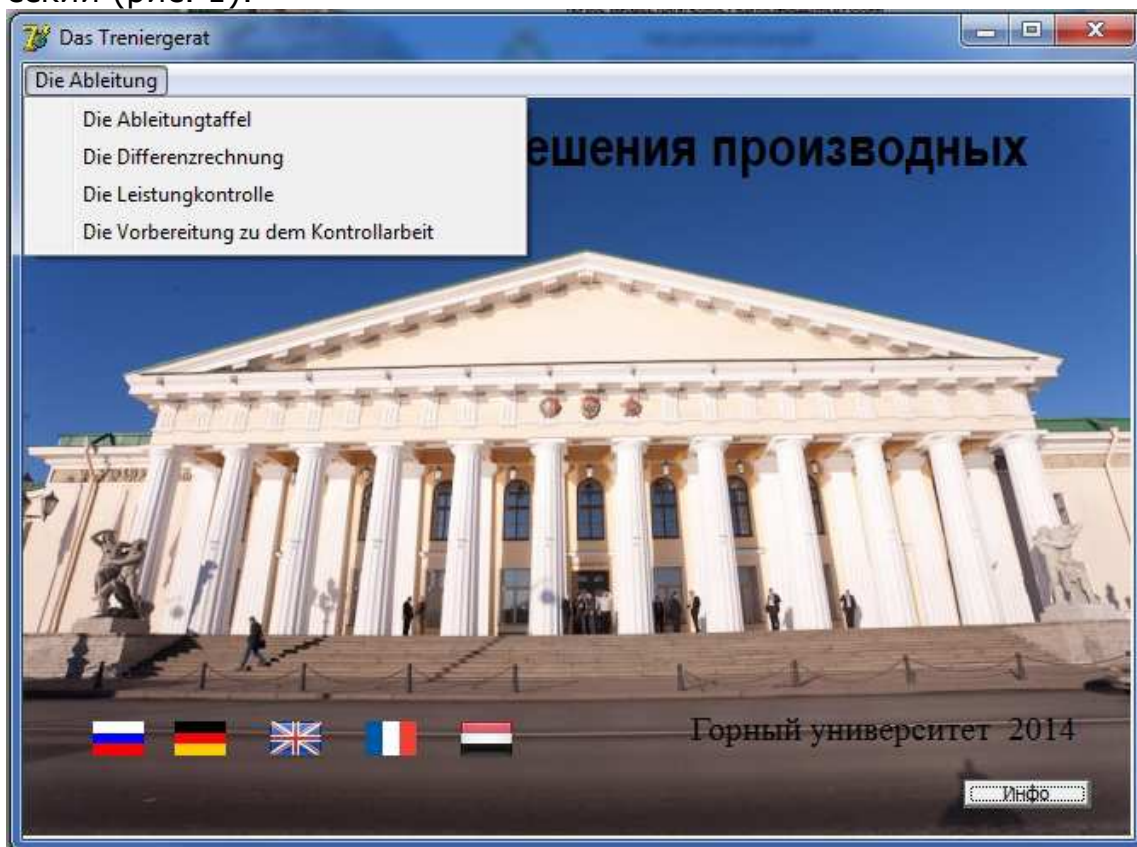


Рис. 1. Окно тренажера

Приложение «Тренажер» создано в пакете Delphi, который широко используется для создания проектов разного уровня сложности. Программный код содержит более 500 строк.

Вторая версия тренажера была представлена на конференции «Неделя науки СПбГПУ» [6]. Доклад вызвал интерес и в результате дискуссии были намечены пути расширения возможностей тренажера, в частности за счет увеличения тем курса высшей математики, охватываемых приложением и добавления разделов других учебных дисциплин.

Данная программа ориентирована для студентов бакалавриата нефтегазового факультета горного университета.

#### *Библиографический список*

1. Куприенко Г.В. Обучающая и тестирующая программа по курсу дисциплин кафедры высшей математики «Оцените себя». VI Санкт-Петербургский конгресс «Профессиональное образование, наука, инновации в XXI веке». 21-22 ноября 2012 года. Сборник трудов. С. 141-142.



2. Клионский Д.М., Перчонок О.В. Тренажер по решению задач в области цифровой обработки сигналов с помощью инженерно-математического пакета MATLAB. Современное образование: содержание, технологии, качество. Материалы XIX Международной научно-методической конференции 24 апреля 2013. т.1.- С. 149-151

3. Поликарпов М.С. Программный комплекс для автоматизированной проверки знаний. Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVI Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет.2011.С.117-119.

4. Смирнов Н.В. Полный цикл учебно-исследовательской деятельности в университетском образовании. Информационные технологии в медиаобразовании. Сборник научных статей по материалам всероссийской научно-практической конференции 4-5 марта 2013 г.-СПб.: Изд-во СПбГУКиТ,2013.С.114-118

5. Кораблев Е.М., Осадчий Д.Е. Тренажёр по математике. Производная. Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2013.- С.126-127.

6. Кораблев Е.М., Осадчий Д.Е. Компьютерная программа-тренажер по производным. Неделя науки СПбГПУ. Материалы научно-практической конференции с международным участием 3-8 декабря 2013. Часть VII.- С. 59-63.

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИДЕОУРОКОВ**

К.Е. Лазарев, Н. В. Ноздрачёв

Научный руководитель – Пилюзина Е.В.

**ФБГОУ ВПО «Госуниверситет-УНПК»**

Среди приоритетных задач развития нашего государства одно из первых мест занимает информатизация образования как интенсивно развивающееся направление модернизации образования и в целом современного общества. В частности, в качестве результатов последнего времени отмечается создание концепции совместной деятельности обучающихся и преподавателей в сети для обеспечения потребностей целесообразного и эффективного использования сетевых коммуникаций в общеобразовательных и воспитательных целях [1].

Опрос, проведенный среди студентов и преподавателей факультета среднего профессионального образования Госуниверситета-УНПК, показал, что среди всех форм организации занятий с использованием информационных технологий видеуроки выделяются по ряду причин. Обе группы опрашиваемых подчеркнули, что наглядность, доступность материала, возможность использования через сеть в формате дистанционного обучения повышают качество образовательного процесса. Вместе с тем была выявлена проблема – недостаточная изученность и проработанность инструментальной базы по созданию видеокурсов служит ограничением в использовании данного средства образовательного процесса.

В современном обучении, в связи с появлением новых технологий трансляции видео, обычные инструкции и руководства уходят в прошлое. Наряду с ними становятся актуальными, так называемые, скринкасты – видеоклипы, в которых наглядно показывается выполнение тех или иных действий. Скринкасты, в отличие от текстовых руководств, очень удобны в использовании – достаточно только запустить клип в браузере и выполнять действия, показанные и озвученные в клипе. К тому же видеодемонстрация действий сильно облегчает обучение новому.

Целью исследования был анализ рынка бесплатного программного обеспечения с последующим использованием оптимального варианта для создания цикла видеоуроков, основной тематикой для которого будут служить сетевые технологии. Среди обширного списка рассматриваемых программ были изучены следующие [2]:

- CamStudio – "open source" программа для записи видео с экрана с поддержкой звука, поддерживает запись в форматах AVI и SWF (Windows);
- Jing – имеет возможность добавлять текстовые поля, стрелки или прямоугольники для выделения нужных моментов, позволяет работать со звуком (Windows, Mac OS X);
- Webinaria – в программе есть интересная функция объединения двух источников видео, например, вебкамера и запись с экрана (Windows);
- Wink – программа для создания уроков и презентаций, которая также может делать скриншоты и добавлять объяснительные поля, кнопки, названия и т.д., поддерживает множество форматов .EXE, .FLV, .HTML, прочие (Windows, Linux);
- CaptureFox (Firefox плагин) – может кадр за кадром создавать уроки, поддерживает запись звука (все основные операционные системы).

После знакомства с принципами работы рассматриваемых программ были сопоставлены требования к аппаратному обеспечению данных приложений с имеющимися системными ресурсами в рамках факультета. На основе полученного анализа выбор был сделан в пользу Camtasia Studio, которая включает в себя четыре freeware-утилиты: Camtasia MenuMaker, Camtasia Player, Camtasia Theater и Camtasia Recorder.

CamStudio был первоначально выпущен компанией под названием RenderSoft, которая впоследствии была куплена компанией под названием eHelp, вошедшей в дальнейшем в состав Macromedia.

CamStudio может записывать весь экран и аудио-активность на используемом компьютере и создавать стандартные AVI Видео файлы и с помощью встроенного SWF-проигрывателя создавать исполняемые файлы для использования готовых видеоуроков на любом компьютере.

Главная утилита пакета - Camtasia Recorder. Эта программа предназначена для захвата звука и изображения. По умолчанию утилита использует кодек TSCC, однако, его можно изменить на любой компрессор, установленный в системе. Захваченное видео может содержать разнообразные пояснительные надписи.

В настоящее время ведется работа по созданию цикла видеоуроков для ПМ.04 МДК 04.01 «Выполнение работ по профессии «Наладчик технологического оборудования» по специальности 230115 «Программирование в компьютерных системах» на тему

«Телекоммуникационное оборудование». В дальнейшем планируется расширить курс с учетом потребностей преподавателей и студентов.

### *Библиографический список*

1. Ваграменко Я.А. О развитии информационных образовательных ресурсов [Текст]. / Я.А. ваграменко //Информатизация образования-2014: материалы Междунар. науч.-практ. конф. Волгоград, 23–26 апр. 2014 г. – Волгоград: Изд-во ВГСПУ «Перемена», 2014. – с.5-11.
2. Шурупий, Максим. Обзор программ для создания видеоуроков [электронный ресурс]/ Коллекция материалов для сайтостроения. – Режим доступа: <http://ruseller.com/lessons.php?rub=28&id=230> , свободный.

### **ТРЕНАЖЕР ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ**

Р.А. Рогожинский, Е.С. Клыкова  
 Научный руководитель – Быкова О. Г.  
 к.т.н., доц.

### **Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**

В 2013 году студентом Горного университета была написана и представлена на конференции НИТ-2013 [1] программа-тренажер для закрепления навыков по вычислению производных – разделу высшей математики, изучаемому на первом курсе. Высшая математика это не единственный предмет, который является сложным для студентов первого курса. Разработчиками была выдвинута идея по созданию пакета программ-тренажеров, который бы включал в себя несколько приложений по наиболее сложным предметам, использование которых способствовало бы успешному освоению этих курсов.

В соответствии с этой идеей для студентов-нефтяников на кафедре информатики горного университета разрабатывается тренажер для освоения основных аспектов курса общей химии. Использование тренажера позволяет узнать и закрепить ход решения задач, и подготавливает студента к написанию итоговой контрольной работы. В соответствии с идеологией тренажера по производным приложение по химии содержит базу примеров. После самостоятельного решения пользователь может просмотреть ответ и путь получения ответа для проверки правильности самостоятельного решения. Возможно использование тренажера для понимания хода решения задачи.

Главное меню тренажера состоит из 5 разделов, каждый из которых имеется в контрольной работе. Максимально упрощенный теоретический материал, предоставляемый студенту в программе, способствует быстрому освоению принципов решения тех или иных заданий. База заданий насчитывает свыше 100 примеров. В приложении будут реализованы следующие режимы работы:

- Пользователь выбирает определенную тему, и ему осваивает решение задач именно по этой теме;
- Пользователь, освоивший все темы, которые будут на контрольной работе, выбирает режим подготовки к контрольной работе. В данном

режиме тренажер предоставляет типовой вариантов. При использовании этого режима студент может узнать время, затраченное им на выполнение заданий.

Тренажер написан в среде программирования Delphi [2], которая используется для создания проектов разного уровня сложности. При запуске программы открывается окно-заставка, в котором указано название приложения и учебного заведения, где обучаются авторы, кнопка выхода из программы и переход в рабочее окно программы.

После выбора нужного раздела пользователю на форме высвечивается соответствующая теоретическая информация и первый из предлагаемых примеров. Кнопки «Следующий» и «Предыдущий» реализуют перебор задач по данной теме, а кнопка «Показать ответ» предназначена для подробной демонстрации решения задачи и ответа.

Данная программа будет протестирована студентами нескольких групп первого курса Горного университета. После тестирования будет произведена корректировка, после чего программа будет передана на кафедру Общей и физической химии для использования.

В горном университете получают образование студенты иностранцы, которые приехали из стран бывшего СНГ, а также Азии, Африки и Южной Америки. Для многих из них изучение химии осложняется не очень хорошим знанием русского языка. С целью помочь этим студентам в тренажер добавлена возможность изменять язык пунктов меню по выбору пользователя.

На рис. 1 представлено главное окно приложения, дающее доступ к отдельным разделам.



Рис. 1 Главное окно приложения

*Библиографический список*

1. Кораблев Е.М., Осадчий Д.Е. Тренажёр по математике. Производная. Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых учёных и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет. 2013.- С.126-127.
2. Фленов М.Е. Библия Delphi. 2-е изд., перераб. и доп. СПб: БХВ-Петербург, 2009.-800 с.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ  
КОНТРОЛИРУЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА В СРЕДЕ  
MOODLE**

Р.Н. Дятлов, Ю.И. Арабчикова

**Рязанский институт (филиал) ФГБОУ ВПО "Московский  
государственный машиностроительный университет (МАМИ)"  
(Университет машиностроения)**

Moodle – система управления электронными курсами [1]; представляет собой виртуальную оболочку с возможностью создания учебных онлайн-модулей с доступом по локальной и Интернет сетям.

В РИ (ф) Университета машиностроения на базе Moodle организована внеаудиторная контролируемая самостоятельная работа студентов по современной методике с использованием дистанционных информационных технологий. В соответствии с объёмом самоподготовки студенты получают задания на освоение теоретического материала и решение практических задач, регистрируются на портале дистанционной поддержки учебного процесса института и самостоятельно изучают указанные модули и разделы электронных курсов. Преподаватель может в любой момент времени из любой точки с Интернет доступом проверить и оценить текущую самостоятельную работу студента, в реальном времени дистанционно его проконсультировать и оказать помощь в освоении материала. В ходе работы преподаватель анализирует время, затраченное студентом на освоение материала, изучает мотивации изучения разделов курса, с какими трудностями сталкивается обучаемый. Преподаватель имеет возможность управлять критериями оценок за каждый элемент курса, создавать и модифицировать модули курса, участвовать в обсуждениях вместе со студентами. Важным моментом является осознание студентом невозможности уклониться от самостоятельной работы, так как преподаватель полностью контролирует все этапы самообучения студента. Мощным стимулом для студента является влияние его самостоятельной работы на систему балльных поощрений в процессе обучения, что сказывается на успешном окончании учебного курса без задолженностей.

Электронный курс может состоять из таких модулей, как лекции, тесты, практические задачи, компьютерное моделирование физических процессов, опросы, обучающие видеоролики и мультимедийные компоненты [2]. Сценарий курса основан на зависимостях успешного прохождения одного элемента для получения доступа к следующему. Конечная цель освоения материала - усвоение теоретических вопросов

дисциплины и развитие навыков решения задач с элементами проектирования технических процессов. Всё это обеспечивает курсу высокий уровень наглядности, интерактивности и позволяет обучающемуся двухсторонне взаимодействовать с учебным материалом. Качественная организация самостоятельной подготовки инициирует у студента дополнительное желание и интерес к освоению дисциплины.

В процессе обучения студент использует электронные рабочие тетради, что существенно экономит время и ресурсы студента при оформлении работы, позволяет избегать многих досадных ошибок при расчётах, стандартизирует вид отчётности, обеспечивает наглядность и удобство анализа работы студента при проверке преподавателем.

Практическая часть электронного курса состоит из заданий-модулей по самостоятельному решению задач. Особенность этих модулей заключается в возможности автоматизированной проверке решаемых задач и формирования советов, подсказок, пояснений по ходу решения, что существенно повышает вероятность самостоятельного освоения предлагаемых заданий обучающимся. Существует техническая возможность реализовать функцию «защиты от списывания» при решении электронных практических задач.

Продвижение учащихся диагностируется системой оценок и проходных баллов за каждый элемент курса (лекция, задача, тест, опрос и др.), формируется рейтинговая система, что создаёт элемент соревнования между студентами, тем самым создавая дополнительный стимул к самообучению. Предусматривается специальное подведение итогов всего курса и отдельных элементов в ходе обучения. Подведение итогов в отдельно взятом элементе, например, в тестировании, позволяет уже на этапе прохождения курса выявить различия в уровне освоения материала студентами и принять меры индивидуальной работы с учениками имеющими низкую оценку. Общая оценка за весь электронный курс суммируется из оценок всех элементов курса и является основанием для отсутствия или наличия дополнительных вопросов на аудиторном итоговом контроле знаний (зачёт, экзамен). Организация подсчёта и начисления баллов и оценок может осуществляться вручную преподавателем или автоматизирована системой *Moodle*. Ведётся электронный журнал с оценками студентов, формируются отчётные документы по каждому ученику [3].

Разработана и апробирована система электронного учёта успеваемости и посещаемости студентов используя облачное хранилище данных «Диск *Google*» (<https://drive.google.com>). Получены положительные результаты. Это позволяет реализовать дополнительный удалённый контроль за учебной дисциплиной студентов с привлечением родителей через онлайн-систему учёта успеваемости без непосредственного привлечения деканата.

Преимущества высоких технологий влияют на сохранность контингента студентов на всех формах обучения. Возможность ликвидации задолженностей и самостоятельное освоение дополнительного учебного материала дистанционно, но контролируемо, позволяет студентам организовать собственный комфортный график обучения и самообразования.

### Библиографический список

1. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Moodle> – материал из Википедии – свободной энциклопедии.
2. Анисимов А. М. Работа в системе дистанционного обучения *Moodle*. Учебное пособие. 2-е изд. испр. и дополн. – Харьков, ХНАГХ, 2009. - 292 с.
3. Андреев А. В., Андреева С. В, Доценко И. Б. Практика электронного обучения с использованием *Moodle*. – Таганрог: Изд-во. ТТИ ЮФУ, 2008. – 146 с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ПОСОБИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ**

И.А. Яшин

### **Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва**

Современное образование немыслимо без самостоятельной работы студентов. Большой объем преподаваемых дисциплин, сокращающиеся часы по курсам и не выдающаяся школьная подготовка приводят к тому, что без самостоятельной работы дома студент обречен на проблемы при сдаче многих дисциплин. Естественно такая подготовка должна быть подкреплена методическим материалом.

Нельзя сказать, что такого материала нет, однако возникает вопрос в его эффективности. На примере преподаваемого автором курса электротехники, студент может воспользоваться классическими книгами известных авторов, различными Интернет-ресурсами и пособиями, представленными на кафедре обучения. Однако фактически вся представленная информация «мертва» с точки зрения интерактивности. И если статические рисунки легко можно простить классическим книгам 60-х годов, то видеть точно такие же сканированные рисунки на современных Интернет-страницах, как минимум, странно.

Учитывая «моду» на электронные образовательные ресурсы, поддерживаемый и стимулируемый ВУЗами переход на проведение лекционных, лабораторных и семинарских занятий с применением вычислительной техники, становится непонятным, почему при той мощности и возможностях, что дают современная техника и программное обеспечение, многие электронные пособия представляют собой лишь оцифрованные копии своих бумажных собратьев.

Применение электронных копий бумажных пособий при чтении лекций полностью проигрывает даже классической схеме с мелом у доски. Пропадает «динамика» преподавания. Большое количество статической информации перед глазами притупляет внимание студента, создает у него чувство, что вся эта информация есть и ее можно прочесть, что в итоге ведет к неуспеваемости.

Многие из этих проблем можно решить создавая «по-настоящему» интерактивные пособия. Пособия, обладающие большим количеством динамических манипуляторов, анимированных роликов, интерактивных тестовых заданий и т.п. Как показывает опыт автора, даже динамическая отрисовка осей графиков и самого графика гораздо сильнее привлекает внимание, чем статический график.

В докладе представлены примеры интерактивных модулей, создаваемых в рамках работы над интерактивным пособием по теоретическим основам



электротехники, созданные с помощью системы *Wolfram Mathematica*. Показаны переходы от статических картинок к динамическим манипуляторам, экспорту в графические форматы (*jpg* и *gif*).

Также в докладе затрагиваются вопросы проблем создания подобных методических пособий: различная техника отображения, доступности программного обеспечения для создания и просмотра пособий, качества и наглядности анимации, цветового решения, шрифтов и фона.

## **СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА**

Д.А. Бушмакин

Научный руководитель – Яшин И.А.

К.Т.Н.

### **Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Постоянное повышение качества образования – одна из основных задач высшего учебного заведения. Однако увеличивающееся количество информации, применяемой в образовательном процессе и увеличивающееся количество студентов повышают количество работы преподавателя по учету посещаемости студентов, выкладыванию и сокрытию информации (например, во время контроля знаний) по лабораторным, семинарским и другим видам занятий. Современный уровень развития мобильной техники (смартфонов, планшетов и ноутбуков) фактически мгновенно компрометирует всю информацию, показанную студентам, в том числе и контрольно-измерительные материалы. Учитывая приведенную выше информацию, встала задача автоматизировать ряд задач в учебном процессе:

- автоматизированная генерация задач по различным дисциплинам,
- проведение тестов по различным типам ответов, включая оценку письменной работы преподавателем.
- учет даты, полученной студентом оценки по каждой попытке сдачи,
- раздача методического материала по указанной тематике/номеру работы, а также его оперативное скрывание при необходимости.
- автоматический учет посещаемости студентов.
- расчет рейтинга студентов на основании посещаемости, сдачи тестов и т.п.
- и другое.

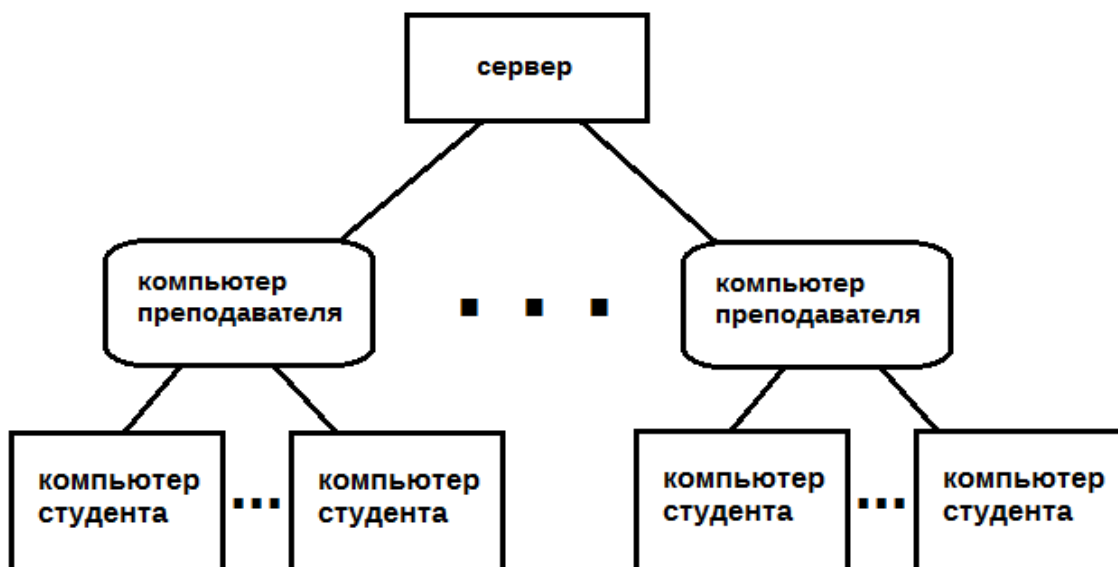
Поскольку кафедра Электрофизики информационных систем НИУ «МЭИ» широко применяет пакет *Wolfram Mathematica* в своей деятельности в ряде курсов: проведение лабораторных работ, разработка интерактивных методических пособий и генерации тестовых заданий, было решено проектировать систему с прицелом на *Wolfram Mathematica*.

Пакет *Wolfram Mathematica* обладает необходимым функционалом для создания подобной системы: передача данных по протоколу *TCP/IP*, работа с файлами, создание и запуск фоновых задач и многое другое.

Естественно разработка такого большого проекта ставит и ряд проблем:

- организация клиент-серверной системы (рис.1) при отсутствии возможности реализации широкополосных запросов;
- проблемы безопасности, и в первую очередь компрометации студенческой пары логин-пароль;

- разработка различных форматов для обмена сообщениями между сервером и клиентами в различных режимах работы.
- разработка интерактивных методических пособий по лабораторным и семинарским занятиям (хотя и можно передавать имеющие пособия в



форматах *doc*, *pdf*, *ppt* и других).

Рис 1. Принципиальная схема системы

Данная модель обеспечивает ряд преимуществ:

1. Ограничение возможностей пользователей в процессе получения и использования информации. Система искусственно ограничивает доступ студента к информации, что исключает возможность получения доступа студента к ответам или к вспомогательной информации.
2. Вычисление сосредоточено на серверном компьютере, обладающем большой вычислительной мощностью.
3. Система полного контроля над информацией со стороны управляющего персонала.
4. Система проста и легка в обслуживании.

Стоит отметить, что плюсом такой системы является возможность расширения спектра решаемых задач.

Благодаря возможностям языка *Mathematica* система легко интегрируется с доступными СУБД, что позволяет нам хранить и анализировать статистические данные. На основе этих данных мы можем сделать выводы о усвоении материала и выявлении проблемных зон, что в дальнейшем поможет нам повысить качество полученных знаний студентами.

Немаловажным фактором является возможность обновления, дополнения существующих вариантов заданий. Необходимо предусмотреть пользовательский интерфейс, позволяющий преподавателям вносить изменения в существующую систему тестирования.

Благодаря мощному вычислительному ресурсу и постоянным обновлениям среды, *Wolfram Mathematica* дает возможность для решения

все более широкого круга задач, будь то обучающий процесс или научная деятельность.

Внедрение подобной системы в учебный процесс позволит автоматизировать ряд рутинных задач в учебном процессе кафедры, сделать процесс оценки успеваемости более прозрачным, определить темы курсов, по которым студенты имеют наихудшую успеваемость и многое другое.

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАСПИСАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ**

М.В. Деканова, Е.Р. Сухарев

Научный руководитель – Голубева О.В.

к.ф-м.н, доц.

### **Полоцкий государственный университет**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по оценке качества составленного расписания учебных занятий.

Авторами предложено производить оценку качества расписания составленного с помощью разработанного программного обеспечения. Данный программный продукт разработан на основе гиперграфовой модели.

При оценке качества расписания необходимо определиться с критериями оценки и сформулировать показатели качества. Цель состоит в обеспечении выполнения задач учебного процесса [1, 2]. Оценка влияния расписания занятий на конечный уровень знаний студента является трудно формализуемой и нечеткой задачей, не имеющей очевидного конкретного решения. Таким образом, можно дать оценку расписания лишь по некоторым формальным показателям.

За показатели качества приняты количественные характеристики выполнения наиболее востребованных критериев: количество нерасставленных занятий, количество невыполненных пожеланий преподавателей к нежелательному проведению занятий, количество невыполненных пожеланий преподавателей к максимальному количеству пар в день, количество невыполненных пожеланий преподавателей к максимальному количеству занятых дней, количество окон у преподавателей в день, количество окон в день в расписании групп.

В докладе произведен анализ показателей качества с помощью программного обеспечения с различным количеством входных данных (минимальная, средняя, максимальная размерность задачи). Максимальная размерность задачи, в данном случае, означает, что ресурсы сильно ограничены. Т.е. количество преподавателей и аудиторий минимально, а количество групп и дисциплин велико. Минимальная размерность подразумевает практически неограниченное количество ресурсов, когда количество преподавателей и аудиторий – максимально, а учебных групп и дисциплин – малое количество. Средняя размерность задачи, когда показатели располагаются примерно по середине возможных.

По результатам проведения анализа качества расписания, составленного с помощью программного обеспечения, в основе которого лежит гиперграфовая модель, по выбранным показателям, можно сделать вывод, что расписание получается хорошего качества с приемлемыми

допущениями. При увеличении количества аудиторий и количества преподавателей и уменьшения количества студенческих групп и дисциплин качество расписания по выбранным показателям значительно улучшается.

### *Библиографический список*

1. Ю.В. Береговых, Б.А.Васильев, Н.А.Володин. Алгоритм составления расписания занятий «Искусственный интеллект» 2'2009. Государственный университет информатики и искусственного интеллекта, г. Донецк, Украина.

2. Милехина Т.В. Формализация задачи составления расписания занятий.//Микроэлектроника и информатика. 14-я Всероссийская межвузовская научно-техническая конференция студентов и аспирантов. - М.: МИЭТ, апрель 2007г, с. 157.

3. Бояршинов М. Г. Математическое моделирование в школьном курсе Информатики // Информатика и образование. — 1999. — №. — С. 13 — 17.

4. Галузин К.С., Столбов В.Ю. Разработка модуля для автоматизации составления оптимального учебного расписания в рамках единой информационной системы образовательного учреждения//Известия Белорусской инженерной академии,- 2003.-№1(15)/2.-С.90-92.

5. Галузин К.С. Математическая модель оптимального учебного расписания с учётом нечётких предпочтений: автореф. дисс. канд. физ.мат. наук/ К.С. Галузин. – Пермь: ПГТУ, 2004. – 16 с.

6. Танаев В.С. Теория расписаний. Многостадийные системы / В.С. Танаев, Ю.Н. Сотсков, В.А. Струевич. – М.: Наука, 1989. – 328 с.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ DSA**

А. Ю. Бакаев, С. В. Белоусов

Научный руководитель – Швечкова О. Г.

к.т.н, доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

*DigitalSignatureAlgorithm* (DSA) — алгоритм с использованием открытого ключа. Предназначен не для шифрования, а для создания электронной подписи. Цифровая подпись служит для установления изменений данных и для установления подлинности подписавшейся стороны. Получатель подписанных данных может использовать цифровую подпись для доказательства третьей стороне факта, что подпись действительно сделана отправляющей стороной. Подпись создается секретно, но может быть публично проверена. Это означает, что только один субъект может создать подпись сообщения, но любой может проверить её корректность.

Надежность алгоритма основана на практической неразрешимости определенного частного случая задачи вычисления дискретного логарифма. Методы решения этой задачи имеют приблизительно ту же эффективность, что и методы решения задачи факторизации. В связи с этим предлагается использовать ключи длиной от 512 до 1024 бит. Длина подписи в системе DSA составляет 320 бит.

Стойкость криптосистемы на основе DSA не превосходит стойкость используемой хеш-функции и стойкости пары  $(L, N)$ , чья стойкость не больше стойкости каждого из чисел по отдельности. Ранее рекомендовалась длина  $p = 1024$  бита. В данный момент для систем, которые должны быть стойкими до 2010 (2030) года, рекомендуется длина в 2048 (3072) бита.

Алгоритм был предложен Национальным институтом стандартов и технологий (США) в августе 1991 и является запатентованным U.S. Patent 5 231 668, но НИСТ сделал этот патент доступным для использования без лицензионных отчислений. Алгоритм вместе с криптографической хеш-функцией SHA-1 является частью DSS (Digital Signature Standard), впервые опубликованного в 1994 (документ FIPS-186 (Federal Information Processing Standards)). Позднее были опубликованы 3 обновленные версии стандарта: FIPS 186-2 (27 января 2000 года), FIPS 186-3 (июнь 2009) и FIPS 186-4 (июль 2013).

Основными преимуществами алгоритма DSA от его современников были быстрая генерация подписи и более легкая его реализация. Недостатками же являлись медленная проверка подписи и использование частного случая задачи вычисления дискретного логарифма, который был мало изучен и, возможно, имел существенно меньшую сложность вскрытия.

Основной проблемой реализации алгоритмов цифровой подписи в учебных целях является то, что в них используются сложные математические операции. Их эффективная реализация, без глубоких знаний математики и определенного опыта в программировании, представляет нелегкую задачу.

Другой, не менее сложной, проблемой является выбор типа данных для выполнения операций с большими числами.

Для работы с большими числами существует множество алгебраических систем. Для применения в реализации алгоритма цифровой подписи была выбрана система PARI/GP, которая обладает рядом преимуществ перед другими: свободно распространяемая, регулярно обновляемая и простая в использовании.

Реализация алгоритма представляется возможной на платформе .NET Framework 4, на языке C#. Достоинствами этого актуального, объектно-ориентированного языка является значительная база встроенных функций и встроенная возможность работы с большими числами.

Для реализации сложных математических операций было принято решение использовать два способа.

1. Программная реализация выполняется самостоятельно, с использованием алгоритмов, рекомендованных стандартом DSS.

2. Программная реализация на базе встроенных функций системы PARI/GP.

Эффективность этих способов будет оцениваться по следующим основным критериям.

1. Быстродействие.
2. Количество занимаемой оперативной памяти.
3. Сложность реализации.

После реализации алгоритма цифровой подписи DSA, в учебных целях, были получены следующие результаты:

Критерии	Результаты исследований
Быстродействие	Более быстрым оказался первый способ, т.к. во втором много времени уходило на взаимодействие с пакетом PARI/GP
Объем оперативной памяти	Второй способ занимал меньший объем оперативной памяти, но в нем требовалось выделять дополнительную память для запуска пакета PARI/GP
Сложность реализации	Более простым в реализации оказался второй способ, т.к. некоторые вспомогательные математические функции были вызваны из пакета PARI/GP

Сравнительный анализ двух версий алгоритма, позволяет сделать вывод о том, что значительного повышения эффективности работы с помощью системы PARI/GP получить не удалось, хотя её вполне возможно рекомендовать как мощный и удобный пакет вычислительной математики, предназначенный для быстрой и простой реализации сложнейших вычислительных задач, к которым относятся задачи обратного логарифмирования и поиска больших взаимно простых чисел.

#### *Библиографический список*

1. <http://nvlpubs.nist.gov/nistpubs/FIPS/NIST.FIPS.186-4.pdf> FIPS 186-4 - Digital Signature Standard (DSS), National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, 1998. Цифровая подпись, Джон Сноу, 11.05.2001, Журнал «Хакер».

### **РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ СТУДЕНТОВ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ**

к.т.н., доц. Бакулев А.В., к.т.н., доц. Бакулева М.А., к.т.н., доц. Худяков А.В.  
**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В современную систему высшего образования все более интенсивно внедряются дистанционные технологии обучения. Постоянный контроль качества знаний, полученных посредством системы дистанционного обучения, обнаруживает ряд противоречий. С одной стороны дистанционные курсы могут иметь неограниченную, мотивированную на получение актуальных знаний аудиторию, с другой стороны отсутствует технические возможности стопроцентной персонализации самостоятельной работы обучающихся, что приводит к необъективному оцениванию знаний.

Возможным решением данной проблемы является автоматизация деятельности преподавателя при проверке знаний студента. Таким образом, встает вопрос о повышении степени интерактивности при выполнении и защите практических работ студентов, предусмотренных дистанционным курсом. Очевидно, что наиболее успешно технологии автоматизации расчетов внедряются в математически ориентированные дисциплины.

Так, в рамках разрабатываемого дистанционного курса «Мягкие вычисления» было спроектировано интегрированное программное обеспечение для автоматизации проверки знаний по пройденному материалу. Преимущества данной системы заключаются в возможности оперативного взаимодействия со студентом, поскольку время обработки и проверки выполненного задания ограничивается только скоростью Интернет-подключения. Удобный интерфейс системы позволяет акцентировать внимание на допущенных ошибках без дополнительных комментариев и пояснений (рис. 1). Возможность настройки ограничения времени решения и ответа, сводит к минимуму привлечение посторонней помощи или организации защиты работы третьим лицом.

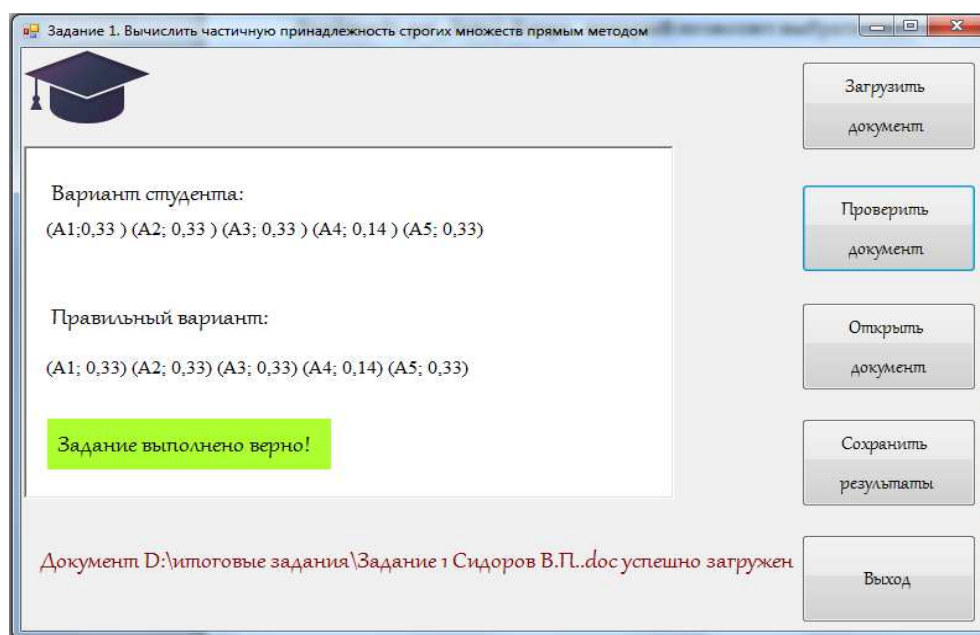


Рис. 1. Интерфейс проверки одного из заданий

Также в рамках разработанной программной системы создается журнал успеваемости по каждому виду индивидуальных заданий, который в итоге может быть импортирован в зачетную ведомость. Для этого предусмотрена интерпретация пятибальной шкалы в шкалу «зачет» - «незачет».

Апробация данной автоматизированной системы ожидаемо показала высокие результаты, как с точки зрения времени проверки преподавателем студенческих типовых расчетов, так и с точки зрения повышения интенсивности взаимодействия со студентом при изучении курса.

#### *Библиографический список*

1. Бакулева М.А., Бакулев А.В. Применение вейвлет-преобразования для анализа данных хранилища. Вестник РГРТУ. Научно-технический журнал. Выпуск 21. Рязань: РГРТУ, 2007. С. 57-60.
2. Бакулева М.А., Бакулев А.В. Построение ассоциативных правил на основе дифференцирования графовой модели анализируемой выборки // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 86-89.
3. Бакулева М.А., Бакулев А.В., Авилкина С.В. Новые информационные технологии в формировании единого информационного пространства при

изучении графов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО: науч.-практич. журнал. - М.: МЭСИ, 2013. №4. 185 с. - С. 3-5.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ**

А. А. Брянцев, И. А. Самсонова

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Правильно построенная концепция защиты предприятия влечет за собой сохранность информации, работоспособность всех информационных систем и информационных ресурсов, используемых на предприятии. Основной задачей построения концепции защиты информации является определение основных объектов защиты.

На каждом предприятии существует свой перечень информации. Существуют различные уровни конфиденциальности информации, которые требуют различных подходов к защите. Например, информация ограниченного доступа подразделяется на информацию, относящуюся к государственной тайне и конфиденциальную информацию.

Для каждого уровня информации необходимы персональные методы защиты. Одним из них является ограждение доступа к информации, не относящейся к общей информации. Отсюда же следует вывод, что этим доступом необходимо управлять. Помимо этого, существуют механизмы шифрования информации, позволяющие обеспечить криптографическую защиту. Помимо мероприятий, проводимых внутри предприятия, нельзя забывать об угрозах, идущих извне. Для успешной защиты информации необходимо реализовать эффективное противостояние атакам вредоносных программ. Целью данных мер является восстановление информации и сохранение ее целостности. Исходя из всего вышеописанного, можно сделать вывод, что угрозы обеспечения информационной безопасности предприятия поступают, как с внешних источников (вредоносные программы, эксплойты и т.д.), так и со стороны персонала.

Любая информационная система, применяемая в данной области, должна охватывать широкий спектр задач. Безусловно, начальным этапом перед выбором комплекса по защите является аудит защищенности предприятия. Результаты этого этапа станут основой для выбора комплекса по защите информации. Аудит по информационной безопасности включает такие области как проведение теста на проникновение, анализ защищенности бизнес-приложений, баз данных, программного обеспечения. После проведения аудита определяются основные направления защиты:

- защита персональных данных;
- контроль доступа к периферийным устройствам;
- защита от сетевых атак;
- анализ работоспособности антивирусных программ и бизнес – приложений;
- анализ логов Windows и другие.

Корреляция полученных данных позволяет сделать вывод о том, произошел ли инцидент или нет. Важную роль здесь играет компетенция



сотрудника и его способность правильно распознать ту или иную активность.

Для обеспечения безопасности используются следующие виды систем.

SIEM системы. Этот класс систем предназначен для обнаружения инцидента, но не способен его предотвратить. Основной задачей данных систем является обработка больших объемов данных и вывод требуемого результата.

DLP системы предназначены для контроля от утечки данных разного характера. Основной задачей данных систем является анализ потоков данных внутри компании. Анализом для детектирования утечки конфиденциальной информации служат группы признаков, например гриф документа, сравнение хэш – функции и т.д.

Антивирусное программное обеспечение – класс продуктов, направленный на выявление подозрительной активности, как на локальном уровне. Так и в масштабах корпоративной сети. При применении данных продуктов во втором случае, к ним добавляются различные репортеры, помогающие получить более ясную картину.

Обеспечение информационной безопасности на предприятии - крайне сложная задача. Для поддержки должного уровня защиты информации необходимо ежедневно проводить комплекс мероприятий, направленный на получение данных и наиболее уязвимых областей сети.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ПАКЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОГРАММ PROCESS ENGINEERING SUITE**

А.Н. Мелков, А.С. Самойлов

Научный руководитель - Коваленко В.В.

К.Т.Н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе представлен анализ пакета инженерных программ Process Engineering Suite (PES), с целью использования его в подготовке студентов по направлению «Химические технологии».

Данный пакет программного обеспечения применяется для инженерно-технического проектирования и проведения анализа химико-технологических систем. Он легко взаимодействует с другими приложениями, которые используются в работе инженеров-технологов.

Пакет программ PES может использоваться для моделирования в таких сферах, как добыча нефти и газа, нефтепереработка, нефтехимия, химическая и фармацевтическая промышленность, на предприятиях по производству полимеров.

Пакет программ PES содержит набор модулей для проектирования производственных и технологических процессов, а также инструменты оптимизации, которые включают в себя следующие программы.

Модуль DATACON выполняет анализ текущих заводских данных, отслеживание производительности оборудования, определение ошибок и сбояв приборов.

Модуль PRO/II реализует моделирование технологических процессов в сфере нефтепереработки. Симулятор PRO/II разработан для выполнения

точных расчетов массового и энергетического баланса для широкого спектра производственных процессов.

Модуль HEXTRAN предназначен для решения и моделирования теплообменных процессов, быстрой оценки сложных проектных, операционных и модернизационных задач.

Модуль VISUAL FLARE позволяет моделировать и составлять нормативную документацию сетей нефтегазовых факелов.

Модуль VISUAL FLARE помогает рационализировать документацию факельных систем, в т.ч. полную нормативную документацию структуры сети, систем управления и стратегии, а также зафиксировать максимальные возможности скорости сброса. Модуль работает со сложными однофазными и/или многофазными системами флюидов с использованием точечных термодинамических расчетных методов и вычислений падения давления по мировым методикам

Модуль INPLANT предназначен для моделирования стационарных режимов, проектирования, оценки и анализа трубопроводных систем завода. Он позволяет быстро оценить и проанализировать безопасность трубопроводов установки, а также позволяет проектировать новые трубопроводные системы или модернизировать разнообразные существующие трубопроводы.

Анализ пакета PES показывает, что его применение обеспечивает моделирование химико-технологических систем на всех этапах их проектирования.

## **МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ФАЗОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

И.А.Телков

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе рассматривается модель процесса проектирования вычислительных средств как фазовая траектория, определяющая процесс эволюции динамической системы, а также соответствие аттракторов фазового пространства результатам проектирования.

Интенсивное развитие и внедрение в практику современных высокотехнологичных средств и систем требует использования соответствующих методов проектирования, базирующихся на современных математических моделях и методах, поддерживающих работу с достаточно сложными системами. Тензорный подход к построению моделей в многомерном пространстве позволяет выполнять разработку моделей архитектур параллельных вычислительных систем произвольной сложности. Этот подход базируется на тензорной алгебре. Однако для поиска и получения оптимальных результатов необходим аппарат анализа. Использование аппарата теории динамических систем [1, 2] позволяет устранить этот недостаток.

Многомерное пространство, исследуемое, соответствует фазовому пространству в теории динамических систем. Состояние данной системы полностью характеризуется заданием  $n$  переменных, т. е. поведение системы описывается  $n$  обыкновенными дифференциальными уравнениями первого порядка. Такой системе ставится в соответствие  $n$ -мерное фазовое

пространство [1], оси координат которого связаны с фазовыми переменными. В случае проектирования вычислительных систем это пространство будет моделировать процесс проектирования, а фазовые переменные будут определять параметры проектирования.

Текущему состоянию системы соответствует набор значений переменных проектирования, определяющая некоторую точку в фазовом пространстве. Эта точка является *фазовой точкой*, соответствующей определенной фазе (стадии, этапу) процесса проектирования. С течением времени значения фазовых переменных меняются. Совокупность фазовых точек при этом определяет некоторую кривую в фазовом пространстве, называемую *фазовой траекторией*. Таким образом, фазовая траектория определяет ход процесса проектирования.

Состояние данной динамической системы связывается с понятием *аттрактора*. Выделяются различные виды аттракторов. От вида аттрактора зависит результат проектирования.

Особенностью данной модели является то, что вычислительные системы определяются в дискретном пространстве, а показатели времени, используемые в ходе описания процесса проектирования, носят непрерывный характер. Рассматриваемый подход позволяет внести в модель элементы анализа и прогнозирования результатов проектирования.

#### *Библиографический список*

1. Степаньянц Г.А. - Теория динамических систем. – М.: Либроком, 2010. – 312 с. – ISBN: 978-5-397-01414-4.
2. Моисеев Н.Н. Математические задачи системного анализа. – М.: Либроком, 2010. – 532 с. – ISBN: 978-5-397-03771-6.

---

**Секция 3**  
**Математические модели в информационных технологиях**

---

**ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ВРАЩЕНИЯ ВЕКТОРНЫХ  
ПОЛЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ**

И. В. Ионова

Научный руководитель – Мамонов С.С.

д.ф.-м.н., проф.

**Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина**

При анализе радиотехнических моделей возникает задача нахождения нелинейных колебаний, определяемых циклами второго рода. Один из подходов определения циклов второго рода для системы дифференциальных уравнений с цилиндрическим фазовым пространством, базируется на втором методе Ляпунова. С помощью функций Ляпунова строится положительно инвариантное множество  $\Omega$ . На сечении  $\Omega_0$  множества  $\Omega$  плоскостью оператор сдвига по траекториям системы дифференциальных уравнений определяет оператор  $U$ . Применение теоремы Брауэр о неподвижных точках, одним из условий которой является то, что оператор  $U$  отображает множество  $\Omega_0$  в себя, позволяет сделать вывод о наличии циклов. Возможны случаи, когда при фиксированном множестве  $\Omega$  изменение параметров системы дифференциальных уравнений приводит к тому, что оператор  $U$  не отображает множество  $\Omega_0$  в себя, что делает невозможным применение теоремы Брауэра, но при этом множество  $\Omega_0 \cap U(\Omega_0)$  не является пустым и оператор  $U$  имеет неподвижные точки. Если в этом случае для оператора  $U$  определить векторное поле  $Q(x) = x - U(x)$  на границе  $\partial\Omega_0$ , то наличие неподвижных точек  $U$  связано с  $\gamma(Q, \partial\Omega_0)$  – вращением векторного поля  $Q$  на границе  $\partial\Omega_0$  [1]. Взаимосвязь вращение векторного поля с неподвижными точками оператора определяется теоремой из работы М.А. Красносельского [1]: если  $\gamma(Q, \partial\Omega_0) \neq 0$ , то оператор  $U$  имеет неподвижные точки. При использовании указанной теоремы возникают трудности определения вращение векторного поля. Поэтому возникает необходимость разработки алгоритмов, способных определить вращение двумерного векторного поля. С помощью математического пакета Maple разработаны программы для определения вращение векторных полей на плоскости и для оператора сдвига для системы дифференциальных уравнений, описывающих систему фазовой автоподстройки частоты (ФАПЧ) [2-5]. Применение численных методов позволяет наглядно показать существование неподвижных точек оператора  $U$  и определить характеристики нелинейных колебаний системы ФАПЧ.

*Библиографический список*

1. Красносельский М.А. Оператор сдвига по траекториям дифференциальных уравнений. М.: Наука, 1966. – 332 с.

2. Леонов Г.А., Буркин И.М., Шепелявый А.И. Частотные методы в теории колебаний. СПб., 1992. 368 с.

3. Мамонов С.С. Условия существования предельных циклов второго рода системы дифференциальных уравнений. I // Дифференциальные уравнения. 2010. Т. 46. № 5. С. 637 - 646.

4. Мамонов С.С., Ионова И.В. Существование циклов второго рода системы фазовой автоподстройки частоты. // Вестник РАЕН. Дифференциальные уравнения. 2013. Т. 13. № 4. С. 45 - 50.

5. Шахгильдян В.В., Белюстина Л.Н. Системы фазовой синхронизации. М.: Радио и связь, 1982. 288 с.

6. Мамонов С.С., Ионова И.В. Угловая модуляция в системе фазовой автоподстройки частоты. // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 1 (43). С. 39-44.

7. Мамонов С.С., Ионова И.В. Исследование биений поисковой системы фазовой автоподстройки частоты. // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2014. № 48. С. 52-59.

## НЕНУЛЕВЫЕ $\omega$ - ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ

Т.А. Кузнецова

Научный руководитель – Терехин М.Т.,

д.ф.-м.н., проф.

**Рязанский государственный университет имени С.А.Есенина**

В докладе рассматривается система дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x} = A(t, \lambda)x + f(t, x, \lambda), \quad (1)$$

в которой  $x$  -  $n$ -мерный вектор,  $\lambda$  -  $m$ -мерный вектор,  $A(t, \lambda)$  - матрица формата  $n \times n$ , причем  $A(t, 0) \equiv 0$  на сегменте  $[0, \omega]$ , на множестве  $\mathcal{D}(\delta_0) = \{(t, x, \lambda): t \in [0, \omega], |x| \leq \delta_0, |\lambda| \leq \delta_0\}$  матрица  $A(t, \lambda)$  и вектор-функция  $f(t, x, \lambda)$  непрерывны,  $A(t + \omega, \lambda) = A(t, \lambda), f(t + \omega, x, \lambda) = f(t, x, \lambda)$ .

Решение системы (1) определяется равенством

$$x(t, \alpha, \lambda) = \alpha + o(|\gamma|). \quad (2)$$

Очевидно, что решение  $x(t, \alpha, \lambda)$  системы (1) определено на множестве  $[0, \omega]$ . Известно, что решение  $x(t, \alpha, \lambda)$  является периодическим, если выполняется равенство  $x(t, \alpha, \lambda) = x(t + \omega, \alpha, \lambda)$ .

Ставится задача – определить условия существования ненулевого  $\omega$  - периодического решения системы (1).

Непосредственными вычислениями можно установить, что система (1) тогда и только тогда имеет ненулевое  $\omega$  - периодическое решение, когда

существуют векторы  $\alpha$  и  $\lambda$ , удовлетворяющие равенству  $A^*(\lambda)\alpha + o(|\gamma|) = 0$ ,

где  $A^*(\lambda) = \int_0^\omega A(t, \lambda) dt$ ,  $\gamma = (\alpha, \lambda)[\mathbf{1}]$ .

Предположим, что матрица  $A^*(\lambda)$  размерности  $n \times n$  определяется равенством  $A^*(\lambda) = (a_{ij}^*)_1^n$ , где  $a_{ij}^* = (b_{ij}, \lambda)$ . Тогда можно убедиться, что если  $m > n$ , то справедливо равенство  $A^*(\lambda)\alpha = B^*(\alpha)\lambda$ , в котором  $B^*(\alpha)$  размерности  $n \times m$ .

Таким образом, задача нахождения условий существования  $\omega$  - периодических решений свелась к задаче об условиях разрешимости системы

$$B^*(\alpha)\lambda + o(|\gamma|) = 0. \quad (3)$$

С помощью замены переменных  $\alpha = \rho \cdot e, \rho > 0, |e| = 1$ , система (3) может быть сведена к системе  $B^*(e)\lambda + o(|\rho, \bar{\gamma}|) = 0$ .

**Теорема.** Если существует такое  $e^*, |e^*| = 1$ , что  $\text{rang} B^*(e^*) = n$ , то система (1) имеет ненулевое  $\omega$  - периодическое решение.

Доказательство теоремы выполняется с помощью метода неподвижной точки нелинейного оператора.

В докладе будут рассмотрены и другие случаи существования ненулевого  $\omega$  - периодического решения.

#### Библиографический список

1. А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский «Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления». - М.: Наука, 1980, 287с.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЦИКЛОВ ВТОРОГО РОДА ДЛЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЧАСТотно-ФАЗОВОЙ АУТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ

А. О. Харламова

Научный руководитель – Мамонов С. С.

д.ф.-м.н., проф

**Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина**

Рассматривается математическая модель системы частотно-фазовой автоподстройки частоты (ЧФАПЧ) [1–7]. Математическая модель системы ЧФАПЧ определяется системой дифференциальных уравнений [3, 4]

$$\dot{x} = Ax + b\varphi(\sigma) + d \frac{2kc^T x}{1 + \tau^2 (c^T x)^2}, \quad \dot{\sigma} = c^T x \quad (1)$$

где  $x, b, c, d \in R^n$ ,  $k, \tau \in R$ ,  $\varphi(\sigma) - \Delta$ -периодическая непрерывно-дифференцируемая функция. Для системы ЧФАПЧ решается задача определения автомодуляционных режимов. Наличие автомодуляционных режимов позволяет использовать систему ЧФАПЧ в качестве эффективного генератора сложно модулированных колебаний [3–5]. Известно, что добавление частотного кольца в систему фазовой автоподстройки приводит к увеличению области параметров системы для режимов синхронизации

[3–6], а использование инвертированной характеристики частотного детектора расширяет область параметров системы (1) для автомодуляционных колебаний. Среди результатов исследования, полученных качественно-численными методами [3, 4, 5], следует отметить применение метода нелокального сведения, предложенное в работе [2]. В указанном методе используются частотные условия существования решения системы матричных неравенств, обладающего определенными свойствами. Для системы (1) с матрицей  $A$ , имеющей собственные значения с мнимой частью, возникает необходимость нахождения решения системы трех матричных уравнений, два из которых – модифицированные уравнения Ляпунова, третье – уравнение линейной связи.

В данной работе на основе метода нелокального сведения и результатов, полученных для нахождения решения системы матричных уравнений, сформулированы условия существования предельных циклов второго рода для системы (1) и определена область фазового пространства, содержащая цикл.

Для системы (1) при  $n=2$  разработан алгоритм, реализованный в системе Maple, для проверки условий существования предельных циклов второго рода, позволяющий определить в фазовом пространстве исходной системы область, содержащую начальные условия предельного цикла второго рода. Полученные результаты используются при анализе влияния частотного кольца на динамику системы ЧФАПЧ с фильтрами первого порядка.

#### *Библиографический список*

1. Шахгильдян В.В., Ляховкин А.А. Системы фазовой автоподстройки частоты. М.: Связь, 1972.
2. Леонов Г.А., Буркин И.М., Шепелявый А.И. Частотные методы в теории колебаний. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1992.
3. Матросов В.В., Шалфеев В.Д. Динамический хаос в фазовых системах. Нижний Новгород, 2007.
4. Шалфеев В.Д. К исследованию нелинейной системы частотно-фазовой автоподстройки частоты с одинаковыми интегрирующими фильтрами в фазовой и частотной цепях // Радиофизика. 1969. Т.12, №7. С. 1037-1051.
5. Пономаренко В.П., Матросов В.В. Сложная динамика автогенератора, управляемого петлей частотной автоподстройки // Радиотехника и электроника. 1997. Т.42, №9. С. 1125-1133.
6. Мамонов С.С. Динамика системы частотно-фазовой автоподстройки частоты с фильтрами первого порядка // Вестн. Новосиб. гос. ун-та. Серия: Математика, механика, информатика. 2011. Т.11, вып. 1. С. 70-81.
7. Мамонов С. С., Харламова А. О. Условия существования предельных циклов второго рода для модели системы частотно-фазовой автоподстройки частоты // Вестник Российской Академии Естественных Наук. Тематический номер дифференциальные уравнения. 2013. Т. 13, № 4. С. 51-57.

А.И. Белогубец  
Научный руководитель Коротаев А.Н.  
К.Т.Н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Кластерные ансамбли служат основой для объединения различных базовых кластеризаций набора данных в отдельный объединенный кластер безотносительно к характеристикам данных или базовым алгоритмам кластеризации. По сравнению с алгоритмами единичной кластеризации, кластерные ансамбли дают более устойчивые и стабильные результаты кластеризации. В принципе, кластерные ансамбли способны ускорить распределенное вычисление, посредством расчета базовой кластеризации способом полного распределения. Однако кластерным ансамблям необходимы только результаты базовой кластеризации, вместо значений данных, что дает удобный подход к сохранению конфиденциальности данных и повторному их использованию. Это делает изучение кластерных ансамблей особенно важным в контексте интеллектуального анализа данных.

Для создания согласованной кластеризации из полного набора базовой кластеризации для алгоритмов кластерных ансамблей настоятельно рекомендуются найти несколько дополнительных свойств, подходящих для применения. Во-первых, базовая кластеризация может иметь пропущенные значения. Например, в приложении по разделению пользователей, пока не будет обработанной информации по старым пользователям, не будет результата по новым. Алгоритмы кластерных ансамблей должны позволять построить согласованные кластеры с такой недостающей информацией на основе базовой кластеризации. Во-вторых, в базовой кластеризации могут возникнуть ограничения, связанные с переносом всей информации в одно место для применения алгоритма кластерного ансамбля. Такие ограничения могут возникнуть вследствие того, что базовая кластеризация проводится на данных от разных организаций и может содержать личную информацию, поэтому к ней нельзя предоставлять общий доступ. Алгоритмы кластерных ансамблей должны позволять работать с такими «распределенными столбцами» базовой кластеризации. В-третьих, объекты данных могут быть распределены по нескольким местоположениям, тогда, для получения базовой кластеризации всего набора данных, используется запрос. В связи с тем, что базовая кластеризация для частей данных находится в различных местах, могут возникнуть ограничения на их объединение. Например, в приложении по разделению пользователей, разные производители могут иметь различные подмножества потребителей, тогда базовую кластеризацию всех клиентов можно выполнить с помощью алгоритмов кластеризации, сохраняющих конфиденциальность. Однако, для производителя отнесение к кластеру потребительских подмножеств – частная информация, которую не желают разглашать для формирования согласованной кластеризации. Поэтому существует потребность в алгоритмах кластерных ансамблей, способных обрабатывать такие «распределенные строки» базовой кластеризации.

Текущие алгоритмы кластеризации, такие как the cluster-based similarity partitioning algorithm (CSPA), алгоритм разбиения на гиперграфы или



базовый алгоритм  $k$ -средних, не способны решить задачу целиком. В принципе, недавно к изучению кластерных ансамблей был предложен подход вариантной модельной смеси, однако описаний этого исследования нет. Н. Wang, Н. Shan, А. Banerjee предлагают байесовские кластерные ансамбли, способные решить проблему базового подхода кластерного ансамбля, используя байесовский подход, т.е. эффективно поддерживая распределения на все возможные согласованные кластеризации. Байесовские кластерные ансамбли способны решить вышеперечисленные задачи. Подобно подходу модельной смеси байесовские кластерные ансамбли обрабатывают все результаты базовой кластеризации для каждого объекта, как вектор признаков с дискретными значениями признаков, и изучают объекты смешанной модели для каждого представленного признака. Обширная опытная оценка демонстрирует, что байесовские алгоритмы кластеризации универсальны в применении, и дают стабильные и точные результаты.

#### *Библиографический список*

1. Wang H., Shan H., Banerjee A. Bayesian Cluster Ensembles // Statistical Analysis and Data Mining: The ASA Data Science Journal. Volume 4, Issue 1, 2011, – P. 54–70.
2. Strehl A., Ghosh J. Cluster ensembles – a knowledge reuse framework for combining multiple partitions // The Journal of Machine Learning Research. Vol. 3, 2003, – P. 583-617.

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СРЕДСТВ СВЯЗИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ**

О.Ю. Ротарь

Научный руководитель – Богданов А.А.

д.т.н., проф.

**Санкт-Петербургский государственный университет гражданской  
авиации**

Конвейерный принцип организации обработки информации является одним из эффективных способов повышения производительности вычислительных систем за счет совмещения вычислений.

Одной из особенностей данного принципа обработки является необходимость разбиения задач, вследствие чего осуществляется обработка на уровне подзадач.

Формально рассматриваемую задачу можно описать следующим образом. Имеется конвейерная вычислительная система, состоящая из  $q$  ступеней, каждая из которых представляет собой некоторые пункты обработки (ПО) с каналами связи для обмена информацией между ПО смежных ступеней. При этом полагается, что все подзадачи требуют одинакового кванта времени на соответствующих фазах обработки, а в качестве критерия выступает ресурс системы (оперативная память, пропускная способность каналов передачи данных), связанный с выполнением подзадач на ступенях конвейера.

Имеется набор независимых задач  $V = \{V_1, \dots, V_m\}$ ,  $m > q$ ,  $m = 1, \dots, n$ ,  $q = 1, \dots, j, \dots, n$  которые необходимо обработать в системе конвейерным режимом обработки. Предполагается, что каждая из задач  $V_i \in \tilde{V}$  разбита на  $q$  последовательно выполняемых подзадач (фрагментов)  $V_i^{(j)}$  так, что:

$$V_i = (V_i^{(1)}, V_i^{(2)}, \dots, V_i^{(q)}), \quad (1)$$

причем любая из подзадач требует одинакового кванта времени  $\Delta t$  для своего выполнения.

Полагается, что при решении задачи  $V_i$  на  $j$ -й ступени (т.е. подзадачи  $V_i^{(j)}$ ) требуется системный ресурс определенного вида, оцениваемый количественно величиной  $D_i^{(j)}$  (например, оперативная память).

В докладе рассматриваются два вида обработки задач - пакетный и потоковый. В пакетном режиме набор задач  $\tilde{V}$  с точки зрения обработки образует последовательность  $(V_{n_1}, V_{n_2}, \dots, V_{n_m})$  однократно решаемых задач. После выполнения последовательности  $\tilde{V}$  обработка пакета считается законченной. В потоковом режиме набор задач  $\tilde{V}$  представляется в виде бесконечной циклически повторяющейся последовательности заданий:

$$\dots, V_{n_1}, \dots, V_{n_m}, \dots, V_{n_1}, \dots, V_{n_m}, \dots \quad (2)$$

Потоковый режим является типичным для систем реального времени, обрабатывающих типичные потоки измерительных данных.

Максимальное значение ресурса, требуемого для выполнения входного набора задач в заданной последовательности  $(V_{n_1}, V_{n_2}, \dots, V_{n_m})$ , определяется величиной:

$$D = \max_{1 \leq i \leq \Theta} D_i, \quad (3)$$

где  $i$  - номер сечения обработки в системе;

$\Theta$  - максимально количество сечений обработки в системе.

Решаемая задача заключается в нахождении такой последовательности заданий  $V^* = V_{n_1}^*, V_{n_2}^*, \dots, V_{n_m}^*$ , которой соответствует минимальное значение критерия (3):

$$V^* = \min_{1 \leq i \leq \Theta} D_i(V_{n_m}^*). \quad (4)$$

В общей постановке при заданном виде графа и заданных размерности системы обработки и числе этапов задача организации конвейерного режима заключается в распределении функциональных задач по пунктам обработки при соблюдении ограничения на длительность. В частном случае, при ограничениях на возможности перераспределения функций между пунктами, задача организации конвейерного режима разбивается на ряд самостоятельных задач определения минимальной размерности систем обработки каждого пункта при ограничениях на длительность такта  $\tau$  и время выполнения программного комплекса.

Таким образом, особенностью разработанной математической модели конвейерной технологии решения задач управления является необходимость разбиения задач, вследствие чего осуществляется обработка на уровне подзадач.

Эффективность конвейерного принципа обработки существенным образом зависит от порядка решения задач, что приводит к некоторым комбинаторным задачам, связанным с рациональной организацией обработки, примыкающим по своей математической постановке к теории расписаний.

#### *Библиографический список*

1. Избачков Ю.С., Петров В.Н., Васильев А.А., Теленина И.С. Информационные системы: Учебник для вузов. 3-е изд.- СПб.: Питер, 2011.- 544с.
2. Красс М.С., Чупрынов Б. П. Математические методы и модели для магистрантов экономики: уч. пособие. – Издательство: Питер, 2010 г. – 496 с.
3. Патудин В.М., Блем А.Г. Математическая экономика: уч. пособие. - Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2010. – 102 с.
4. Просветов Г.И. Математические методы и модели в экономике. Задачи и решения. – Альфа-Пресс, 2008 г. – 344 с.
5. Фомин Г.П. Математические методы и модели в коммерческой деятельности / Г.П. Фомин. – М.: Финансы и статистика, Инфра- М, 2009 г. – 640 с.

### **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРОГОНКИ ДЛЯ ПЯТИДИАГОНАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ В MICROSOFT EXCEL**

Фу Ха Нгуен

Научный руководитель - Быкова О.Г

к.т.н., с.н.с., доц.

**Национальный Минерально-Сырьевой Университет «Горный»**

К уравнениям в частных производных приводят задачи газодинамики, теплопроводности, переноса излучения, распространения нейтронов, теории упругости, электромагнитных полей, процессов переноса в газах, квантовой механике [1]. Независимыми переменными в физических задачах обычно являются время и координаты. Аналитические решения уравнений в частных производных получаются в единичных случаях, поэтому роль численных методов для решения задач, описываемых уравнениями в частных производных особенно велика. Среди них наиболее распространен метод сеток (разностный метод, метод конечных разностей), который сводит решение уравнения в частных производных к решению систем линейных алгебраических уравнений с достаточно разреженными матрицами [2]. Для решения систем с трехдиагональными матрицами коэффициентов в 50-е годы XX века сибирские математики И.М. Гельфанд и О.В. Локуциевский предложили модификацию метода Гаусса – метод прогонки. Название метода используется в отечественной литературе по вычислительной математике. Этот метод, используя большое

количество нулевых элементов, позволяет получать решение системы линейных алгебраических уравнений, применяя меньшее количество вычислительных операций, чем другие методы. Решение сводится к определению нескольких коэффициентов по рекуррентным соотношениям. Метод прогонки для систем с трехдиагональной матрицей коэффициентов приведен во многих литературных источниках, например, [3]. В работе приводится вывод рекуррентных соотношений для решения систем с пятидиагональной матрицей коэффициентов и предлагается его реализация в табличном процессоре Microsoft Excel.

Выведены рекуррентные соотношения для прямого и обратного ходов метода прогонки, которые в силу громоздкости формул не приводятся в тексте. Полученные рекуррентные соотношения легко могут быть реализованы при организации решения в табличном процессоре Microsoft Excel или создании программы на языке программирования.

Для примера приведем решение системы

$$\begin{cases} x_1 + 2x_2 + 3x_3 = 12 \\ 4x_1 + x_2 + 2x_3 + 3x_4 = 10 \\ 3x_1 + 4x_2 + 1x_3 + 2x_4 + 3x_5 = 13 \\ 3x_2 + 4x_3 + 1x_4 + 2x_5 + 3x_6 = 13 \\ 3x_3 + 4x_4 + 1x_5 + 2x_6 + 3x_7 = 13 \\ 3x_4 + 4x_5 + 1x_6 + 2x_7 + 3x_8 = 13 \\ 3x_5 + 4x_6 + 1x_7 + 2x_8 + 3x_9 = 13 \\ 3x_6 + 4x_7 + 1x_8 + 2x_9 = 10 \\ 3x_7 + 4x_8 + 1x_9 = 8 \end{cases}$$

На рис.1. приведен фрагмент таблицы Microsoft Excel с вычислением прогоночных коэффициентов (прямой ход метода).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	
11	ai	bi	ci	di	ei	fi	si	ki	hi	gi	li	ggi	vi	
12			1	2	3	12		3	2				12	
13		4	1	2	3	10	0,25	0,75	0,5	1,428571	-0,428571		2,5	5,42
14	3	4	1	2	3	13	-0,153846154	0,923076923	-0,076923077	-0,222222	-0,583333	1,692307692	2,36	
15	3	4	1	2	3	13	0,275862069	0,672413793	-0,172413793	0,825	1,35	1,775862069		
16	3	4	1	2	3	13	0,47826087	0,945652174	-0,005434783	3,909091	-2,727273	2,418478261	-10,3	
17	3	4	1	2	3	13	0,396186441	1,169491525	-0,326271186	-0,68348	-0,332913	2,23940678	-3,58	
18	3	4	1	2	3	13	0,703843255	1,067068576	-0,536548606	-0,146783	0,769156	2,234363225	4,19	
19	3	4	1	2	10		1,38188346		-0,636073424	-0,919252		1,745810056	-1,60	
20	3	4	1			8	-0,145650439		2,908220271	-19,04787			-17,3	

Рис.1. Таблица с выполнением прямого хода метода прогонки

На рис.2. приведен фрагмент таблицы с решением и проверкой правильности полученного решения.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1		A=									xi	fi		A.X
2		1	2	3	0	0	0	0	0	0	3,1626837	12		12
3		4	1	2	3	0	0	0	0	0	-2,326498	10		10
4		3	4	1	2	3	0	0	0	0	4,4967705	13		13
5		0	3	4	1	2	3	0	0	0	-3,105926	13		13
6		0	0	3	4	1	2	3	0	0	4,8443404	13		13
7		0	0	0	3	4	1	2	3	0	-1,530115	13		13
8		0	0	0	0	3	4	1	2	3	3,3830938	13		13
9		0	0	0	0	0	3	4	1	2	-0,765219	10		10
10		0	0	0	0	0	0	3	4	1	0,9115937	8		8

Рис.2. Решение системы в Excel

Можно видеть, что решение получается компактным.

### Библиографический список

1. Пикулин В.П., Похожаев С.И. Практический курс по уравнениям математической физики. 2-е изд., стереотип.- М.: МЦНМО, 2004.- 208 с.
2. Пирумов У.Г. Численные методы: теория и практика : учеб. Пособие для бакалавров.- 5-е изд., перераб. и доп.- М.: Издательство Юрайт, 2012.- 421 с.
3. Вержбицкий В.М. Численные методы (математический анализ и обыкновенные дифференциальные уравнения): Учеб. Пособие для вузов.- М.; «Высшая школа», 2001.- 382 с.

## ДВУХТОЧЕЧНАЯ ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С КВАДРАТИЧНЫМ ФУНКЦИОНАЛОМ

П. Ю. Монина

Научный руководитель – Терёхин М.Т.

д.ф.-м.н., проф.

**Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина**

Рассматривается система дифференциальных уравнений вида

$$\dot{x} = A(t)x + B(t)u, \quad (1)$$

в которой  $x$  – двумерный вектор,  $u$  –  $m$ -мерный вектор – управление,  $m \in \{1,2\}$ ,  $A(t)$  –  $2 \times 2$  – матрица,  $B(t)$  –  $2 \times m$  – матрица. Матрицы  $A(t)$  и  $B(t)$  непрерывны на сегменте  $[0,1]$ .

Ставится задача: найти управление, при котором система (1) имеет периодическое решение  $x(t, \alpha, u), x(0, \alpha, u) = 0$  с периодом равным единице, доставляющее минимум квадратичному функционалу  $I = \int_0^1 xC(t)dt$ , где  $C(t)$  –  $2 \times 2$  – матрица, непрерывная на сегменте  $[0,1]$ , в предположении, что  $\alpha \in W = \{\alpha \in E_2 : |\alpha| = d, d > 0\}$ ,  $d$  – некоторое положительное число.

Решение системы (1) определяется равенством

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{X}(t)\alpha + \mathbf{X}(t) \int_{t_0}^t \mathbf{X}^{-1}(\tau)\mathbf{B}(\tau)u d\tau, \quad (2)$$

где  $\mathbf{X}(t)$ , фундаментальная матрица системы  $\dot{\mathbf{x}} = \mathbf{A}(t)\mathbf{x}$ ,  $\mathbf{X}(0) = \mathbf{E}$ ,  $\mathbf{E}$  – единичная матрица [1].

Следовательно, для того чтобы решение  $\mathbf{x}(t, \alpha, u)$  системы (1) было периодическим, с периодом равным единице, необходимо и достаточно, чтобы существовали величины  $\alpha$  и  $u$ , удовлетворяющие равенству

$$(\mathbf{X}(1) - \mathbf{E})\alpha + \mathbf{X}(1) \int_0^1 \mathbf{X}^{-1}(t)\mathbf{B}(t)u dt = 0. \quad (3)$$

В докладе будут рассмотрены случаи, когда вектор  $\alpha = (\alpha_1, \alpha_2)$  принадлежит любому из множеств:  $\{\alpha: \alpha_1 = d, |\alpha_2| \leq d\}$ ,  $\{\alpha: |\alpha_1| \leq d, \alpha_2 = d\}$ ,  $\{\alpha: \alpha_1 = -d, |\alpha_2| \leq d\}$ ,  $\{\alpha: |\alpha_1| \leq d, \alpha_2 = -d\}$ .

Наименьшее значение функционала  $I$ , определенного на множестве решений системы (1), находим методом условного экстремума.

#### *Библиографический список:*

1. А.П. Карташев, Б.Л. Рождественский «Обыкновенные дифференциальные уравнения и основы вариационного исчисления». М.: Наука, 1980, 287с.

## **АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МИМО СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАНАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ С ОШИБКАМИ**

Д.М. Савенков

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д.т.н., проф.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Рассматривается ряд проблемных вопросов по проектированию системы связи содержащую  $N_T$  передающих,  $N_R$  приемных антенн и использующую параллельные собственные подканалы для передачи данных. Такая система имеет название МИМО (multiple-input multiple-output) системами, которые обеспечивают увеличение пропускной способности при различных условиях, одним из них является многолучевость. Системы МИМО нуждаются в использовании пространственного канала, в свою очередь свойства пространственного канала описывается переходной матрицей  $\mathbf{H}$  комплексных коэффициентов передачи  $h_{ij}$  сигналов из  $j$ -й передающей антенны в  $i$ -ю приёмную антенну. Вследствие многолучевости амплитуда и фаза коэффициентов  $h_{ij}$  в общем случае являются случайными величинами. Поэтому определение значения канальной матрицы и анализ пропускной способности канала является актуальной задачей [1,2].

Определение канальной матрицы  $\mathbf{H} = \{h_{ij}, i = 1, \dots, N_R, j = 1, \dots, N_T\}$  производится с помощью тестовой последовательности из  $K$  сигнальных символов. Оценка канальной матрицы  $\hat{\mathbf{H}} = \mathbf{H} + \Delta\mathbf{H}$  производится с ошибками  $\Delta\mathbf{H}$ , что уменьшает пропускную способность системы передачи информации. В случае максимально правдоподобных оценок элементы матрицы  $\Delta\mathbf{H}$

являются статически независимыми, случайными, нормально распределенными величинами с нулевым средним и дисперсией  $\sigma_H^2 = \frac{N_T \sigma_0^2}{PK}$ , где  $\sigma_0^2$  - дисперсия собственного шума,  $P$  - полная излучаемая мощность.

Представив MIMO канал передачи информации в виде  $K_{EIG}$  собственных подканалов, введем эргодическую пропускную способность путем усреднения по реализациям канальной матрицы [3,4]:

$$C = \left\langle \sum_{k=1}^{K_{EIG}} \log_2(1 + q_k) \right\rangle,$$

$$\text{где } q_k = \frac{P}{\sigma_0^2 K_{EIG}} \left| \mathbf{U}^H \mathbf{H} \mathbf{V} \right|_{k,k}^2 \left\{ 1 + \frac{P}{\sigma_0^2 K_{EIG}} \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq k}}^{K_{EIG}} \left| \mathbf{U}^H \mathbf{H} \mathbf{V} \right|_{k,j}^2 \right\}^{-1}$$

отношение сигнал-шум на выходе  $k$ -го собственного канала,  $K_{EIG} = \min\{N_T, N_R\}$  - число собственных каналов,  $\mathbf{V}$  и  $\mathbf{U}$  - матрицы передающей и приемной диаграммообразующих схем, соответственно,  $\langle \dots \rangle$  и  $(\dots)^H$  - обозначают статическое среднее и эрмитовое сопряжение соответственно. Матрицы  $\mathbf{V}$  и  $\mathbf{U}$  получены в результате сингулярного разложения оценочной матрицы  $\mathbf{H}$ .

Показано [1,3], что коэффициент передачи  $W_{kk}$   $k$ -го собственного канала, при точно известной матрице  $\mathbf{H}$ , равен собственному числу  $\lambda_i$  матрицы  $\mathbf{H}\mathbf{H}^H$  при  $N_T > N_R$ , или матрицы  $\mathbf{H}^H\mathbf{H}$  при  $N_T < N_R$ , а коэффициент передачи  $W_{ij} = 0, i \neq j$ , так как взаимные помехи между собственными каналами отсутствуют. При использовании оценочной канальной матрицы установлено [3], что средние значения коэффициентов передачи равны

$$\langle W_{ij} \rangle = \frac{\langle \lambda_i \rangle}{1 + \sigma_H^2} \delta_{ij} + \frac{\sigma_H^2}{1 + \sigma_H^2},$$

где  $\delta_{ij}$  - символ Кронекера.

Если используется равномерное распределение полной мощности между собственными подканалами, то среднее значение отношение сигнал-шум на выходе  $k$ -го собственного канала равно

$$q_k = \frac{P}{\sigma_0^2 K_{EIG}} \left( \frac{\langle \lambda_k \rangle + \sigma_H^2}{1 + \sigma_H^2} \right) \left\{ 1 + \frac{P}{\sigma_0^2 K_{EIG}} \left[ \frac{\sigma_H^2}{1 + \sigma_H^2} (K_{EIG} - 1) \right] \right\}^{-1},$$

а пропускная способность MIMO системы на один информационный символ определяется выражением

$$C(K, P) = \sum_{k=1}^{K_{EIG}} \log_2[1 + q_k(K, P)].$$

Если общее число символов в кадре равно  $N$ , то число информационных символов равно  $N - K$ , а средняя пропускная способность на символ определяется выражением

$$C_N = \frac{N - K}{N} C(K, P).$$

Исследована зависимость средней пропускной способности на символ MIMO системы передачи информации от длины тестовой последовательности при различном числе передающих и приемных антенн. При расчете канальной матрицы использовались различные сценарии распределения местных отражателей в соответствии с COST-259. Определены оптимальные значения длины тестовой последовательности в различных тактических ситуациях, при различных уровнях мощности сигнала, различном числе приемных и передающих антенн. Особое внимание уделено пространственному расположению антенн, обеспечивающему максимальную пропускную способность.

Полученные результаты позволяют реализовать максимальную пропускную способность при неточно известной канальной матрице.

#### *Библиографический список*

1. Andersen J.B. Antenna arrays in mobile communication: Gain, diversity, and channel capacity // IEEE Antennas and Propagation Magazine. - 2000. - V.42, №2. - PP.12-16.
2. Shiu D, Foschini G.J. Gans M.J. Kahn J.M. Fading Correlation and its Effect on the Capacity of Multielement Antenna System // IEEE Transactions on Communications. - 2000. - V.48. - №3. - P.502-513.
3. Ермолаев В.Т., Аверин И.М., Ковалев И.П., Флаквман А.Г. Влияние ошибок оценки канальной матрицы на пропускную способность MIMO систем с параллельной передачей информации // Труды научной конференции по радиофизике. – Новгород: ННГУ. – 2002. - С. 264-265.
4. Сюваткин В.С., Есипенко В.И., Ковалев И.П., Сухоробров В.Г. WiMAX – технология беспроводной связи: основы теории, стандарты, применение. / Под ред. В.В. Крылова. – СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 368 с.

### **СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРОССОВЕРОВ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ**

Я.Н. Анисимов, Д.Н. Шкрылева

**ФГБОУ ВПО Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова**

В задачах, относящихся к комбинаторной оптимизации поиск решения заключается в выборе наиболее подходящей комбинации элементов из некоторого исходного множества. Но чаще всего в таких задачах полный перебор не применим, в силу высоких затрат времени. Генетические алгоритмы позволяют ускорить процедуру поиска решений.

Генетические алгоритмы являются методом случайного подбора решений, работающего по принципам, аналогичным естественному отбору в природе. Суть данного подхода заключается в представлении комбинации элементов исходного множества в виде популяции. Посредством процесса отбора(селекции) осуществляется выбор особей с наибольшей пригодностью для дальнейшего скрещивания и формирования следующей популяции. Оператор скрещивания называется "кроссовер"[1].



Эффективность применения кроссовера от задачи к задаче отличается по следующим характеристикам: время выполнения, точность данного решения и пр. Покажем узкую применимость кроссоверов относительно различных задач на примере трех случайно выбранных кроссоверов:

- упорядочивающий кроссовер(OX)[2];
- циклический кроссовер(CX)[2].
- вероятностный упорядочивающий кроссовер(POX)[3];

В качестве задач тестирования выбраны следующие классические задачи:

- Задача о назначениях[4];
- Задача коммивояжера[5].

В эксперименте был выбран метод селекции - "рулетка", потому что он обладает следующим преимуществом: шанс быть выбранными дан всем особям. Данный метод основан на моделировании поведения колеса рулетки, но таким образом, что особи с наибольшей пригодностью скорее всего будут выбраны.

Для внесения разнообразия в популяцию используется механизм мутации. Она случайно изменяет некоторое количество генов в хромосоме. Вероятность мутации выбрана не более 5%.

Задача "О назначениях".

В таблице 1 приведены результаты экспериментов при использовании разных кроссоверов. Из данной таблицы видно, что наилучшее решение было найдено, при использовании циклического кроссовера(CX). Наименьшие затраты времени обладает так же циклический кроссовер(CX).

Кроссовер	Оптимальное решение	Наименьшее количество затрат	Среднее количество затрат	Наибольшее количество затрат	Время выполнения (сек)
POX	37	79	103	166	40,6
OX	37	44	79	139	46
CX	37	37	117	165	32,6

Таблица 1. Результаты, полученные при использовании кроссоверов OX, POX, CX.

Задача коммивояжера.

Кроссовер	Оптимальное решение	Наилучший путь	Средний путь	Худший путь	Время выполнения
POX	3775	3775	4022	5819	34
OX	3755	4106	4714	5947	39
CX	3755	5713	6059	6161	26

Таблица 2. Результаты, полученные при использовании кроссоверов OX, POX, CX.

Из Таблицы 2 видно, что наилучшее решение было найдено, при использовании вероятностного упорядочивающего кроссовера(POX). А

наименьшие затраты времени были при использовании так же циклического кроссовера(СХ).

Исходя из экспериментальных данных было подтверждено, что эффективность кроссоверов варьируется для разных задач. Так для задачи о назначениях наиболее эффективным показал себя упорядочивающий кроссовер(ОХ), а для задачи коммивояжера - вероятно упорядочивающий кроссовер.

#### *Библиографический список*

1. <http://habrahabr.ru/post/128704/> - Генетический алгоритм. Просто о сложном.
2. Yilmaz Arslanoglu. Genetic algorithm for personal assignment problem with multiple objectives, 2006.
3. Hye-Ree Lee, Keon Myung Lee. A comparative study of precedence-preserving genetic operators in sequential ordering problems and job shop scheduling problems, 2005.
4. Еаха, Хемди А., Введение в исследование операций, 7-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2005: гл 5.4 Задача о назначениях
5. В.И. Мудров Задача о коммивояжере. — М.: «Знание», 1969. — С. 62.

### **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ**

к.ф.м.н О.В. Тихонова, к.ф.-м.н., О.А. Чихачева

#### **Рязанский институт (филиал) Университета Машиностроения**

В настоящее время большинство российских школьников ориентированы на получение высшего образования. Это объясняется не только личным выбором выпускников, но и повышенными требованиями к работникам со стороны рынка труда. Уровень подготовки специалиста должен, в первую очередь, соответствовать требованиям производства. Квалифицированный специалист должен не только выполнять набор операций, но и на одинаково хорошем уровне владеть теорией и практикой, понимать изменения в технологии и адекватно на них реагировать. Сложившаяся экономическая ситуация создала предпосылки для перехода на двухуровневую систему высшего образования и введения прикладного бакалавриата.

Прикладной бакалавриат – бакалавриат с расширенной прикладной частью, которая ориентирована на трудоустройство. Задача прикладного бакалавриата – сформировать актуальные в настоящий момент практические навыки и компетенции, готовность выпускника к выполнению определенного вида профессиональной деятельности. Программа прикладного бакалавриата предусматривает увеличение объема практической подготовки по сравнению с ранее существующими программами примерно в четыре раза. Соответственно увеличивается доля практических и лабораторных занятий, учебных и производственных практик, делается акцент на изучение прикладных дисциплин.

Математическая компетентность будущего специалиста экономического профиля формируется в процессе обучения в вузе при условии четко выраженной профессиональной направленности обучения математике.

Математическая подготовка студентов включает два этапа: изучение общих и специальных математических дисциплин.

К общим дисциплинам относятся курсы: «Линейная алгебра», «Математический анализ», «Теория вероятностей и математическая статистика». Задача общих курсов заключается не только в освоении теоретических основ математической науки, но и в формировании математической логики, математической культуры мышления, развитии навыков использования математического языка.

На втором этапе студенты изучают математические дисциплины прикладного характера. Целью специальных курсов, к которым относятся «Методы оптимальных решений», «Исследование систем управления», «Эконометрика», «Математическое программирование экономических задач» является формирование умения решать профессиональные задачи с применением математического аппарата. При изучении экономико-математических дисциплин у студентов формируются навыки использования аналитических и вычислительных методов при решении прикладных задач, а также психологическая готовность к применению математических методов в будущей профессиональной деятельности.

В основе решения прикладных задач экономического содержания лежит метод математического моделирования, который заключается в приближенном описании явлений и объектов с помощью математической символики. Математическое моделирование основано на выделении наиболее существенных сторон функционирования исследуемого объекта и абстрагировании от второстепенных свойств этого объекта.

При построении математических моделей осуществляется формализация экономической проблемы, выражение ее в виде математических зависимостей и отношений, с учетом факторов случайности и неопределенности. Ведущую роль при построении моделей играет реализация межпредметных связей, осуществляемая путем сопоставления двух систем научных знаний – экономических и математических.

При анализе и исследовании моделей применяются математические методы и приемы. В настоящее время разработаны математические пакеты, позволяющие находить оптимальные решения, обрабатывать массивы данных, исследовать математические модели различного уровня. Основной задачей специалиста в области теории управления является перевод экономической проблемы на язык математики с учетом особенностей функционирования, свойств исследуемого объекта или явления, а также его внешних взаимосвязей. Поэтому, рассматривая прикладные задачи, в первую очередь необходимо формировать умение строить математические модели по экономической проблематике. А это возможно при наличии широкого спектра учебных задач, описывающих реальные экономические и производственные процессы.

Преподавателями нашей кафедры под грифом УМО в области менеджмента издан «Сборник задач по линейному программированию», который содержит комплекс профессионально-ориентированных математических задач. В этом пособии предложено множество

производственных задач: выпуск бетона и раствора бетоносмесительным цехом, выращивание зелени в теплице, производство мебели и дверей, майонеза и йогурта, выпуск плит перекрытия. Задачи о раскрое штор для отеля, разрезке рулона бумаги на рулоны требуемой ширины для изготовления обоев, изготовлении арматурных сеток из прутков заданной длины описывают класс задач о раскрое. Задачи планирования представлены задачами организации работы троллейбусного депо, круглосуточной справочной службы, задачами комплектации железнодорожного состава и организации движения самолетов. Также рассмотрены задачи о рационе питания и составлении смесей применительно к конкретным жизненным ситуациям.

При моделировании современных технологических процессов у студентов формируются исследовательские и конструктивные навыки, необходимые им в будущей профессиональной деятельности.

### *Библиографический список*

1. Чихачева О.А., Тихонова О.В. Роль математического моделирования в формировании профессиональной компетенции будущего менеджера // Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Прикладная информатика и компьютерное моделирование» г. Уфа, 25-28 мая 2012г. Том 4. Уфа: БГПУ им. М. Акмуллы, 2012. – С. 78-80.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНАМ "СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ" И "ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ"**

А.С. Сивиркина, Е.И. Коняева

**Рязанский институт (филиал) Университета машиностроения**

Характерной чертой современной науки и техники является математизация. Ведь в процессе анализа и в получении научно обоснованных объективных выводов предполагается использование математических методов. Именно поэтому математику изучают студенты всех вузов без исключения.

Математика тоже не стоит на месте, она продолжает интенсивно развиваться. Благодаря почти безграничным возможностям компьютерных технологий появляются новые варианты использования математических методов, которые применяются сегодня не только в физике, астрономии, но и в машиностроении, экономике, архитектуре и т.д.

Курсы «Системный анализ в управлении» и «Исследование систем управления» являются важной составной частью математической подготовки студентов экономических специальностей. Их значение в настоящее время определяется увеличивающимися возможностями применения методов вычислительной математики в вузовском учебном процессе.

Одним из основных побудительных мотивов для использования персональных компьютеров на практических занятиях по предметам «Системный анализ» и «Исследование систем управления» для нас явилось стремление развить исследовательские способности наших студентов. На одном из первых занятий студентам дается исследовательское задание: подготовить для сопоставления такие определяющие дисциплину понятия как система, системный анализ и системный подход, а также сравнить различные классификации систем и их свойства.

После своего самостоятельного исследования студенты должны представить результаты своих исследований своей группе в виде докладов с презентациями, например, в программе PowerPoint.

Отчет проведенной работы в виде презентации дает более запоминающуюся информацию, он более нагляден, интересен, понятен и вызывает желание повторить успех выступления своих товарищей. При этом доклад получается зрелищным и уникальным, за счет индивидуального оформления и творчества студентов. При подобном оформлении выступления студент может опираться на материал презентации, что позволяет раскрепощаться более зажатым студентам, цитируя слайды, а не зачитывая скаченный и распечатанный доклад.

По данной теме работа со слайдами презентации значительно упрощает студентам делать сравнительную характеристику различных определений таких понятий, как "система", "системный анализ" и "системный подход".

При изучении такого раздела дисциплины как «Логико-интуитивные методы исследования систем управления» студентам предлагается изучить элементы математической логики, которая так необходима любому интеллигентному человеку. Еще В. Ф. Арнольд писал: «Не пользующаяся математическими символами человеческая логика зачастую запутывается в словесных определениях и делает вследствие этого ошибочные выводы- и вскрыть эту ошибку за музыку слов иногда стоит огромного труда и бесконечных, часто бесплодных, споров».

Студентам предлагается проверить правильность построения умозаключений, решить логические задачи. При выполнении этих заданий предлагается использовать ЭВМ. Как показывает практика, большинство студентов решают логические задачи в среде Excel.

Применение компьютерных технологий в этом случае избавляет студентов от механической работы (составлять таблицу истинности вручную). При этом дает возможность быстро исправить какую-то ошибку или недочет, если они имели место.

Реализацию всех логических функций в Excel студентам предлагается разобрать самостоятельно, используя соответствующую литературу, что позволяет на занятии «высвободить» время для анализа предложенных умозаключений.

Например, если умозаключение составлено неверно, студенту предлагается изменить его форму так, чтобы всё было в порядке. Тем самым студент отвечает на вопрос: «А как правильно построить умозаключение в этом случае?» Компьютеризация позволяет это сделать быстрее, не затрачивая больших временных ресурсов на проведение этих исследований.

Работа в Excel дает студенту возможность развивать и свои творческие способности. Конечно, такие функции как конъюнкция, дизъюнкция, отрицания, которые являются встроенными, интереса в этом смысле не представляют. А вот, например, импликацию или эквивалентность, студентам нужно задать формулой самим. И тут возможны различные варианты, которые обучаемые выбирают в соответствии с полётом своей мысли.

Все это дает возможность студенту сконцентрироваться на применяемом методе и формулах, а не на точном и последовательном выполнении логических операций.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО БЛОКА**

к.ф.-м.н О.А. Чихачева, к.ф.-м.н О.В. Тихонова, к.ф.-м.н Т.А. Асаева.

### **Рязанский институт (филиал) Университета машиностроения**

В условиях математизации экономической науки и научного менеджмента необходимой составляющей профессиональной подготовки будущего специалиста экономического профиля становится формирование его математической компетенции. Освоение фундаментальных положений математики способствует развитию у студентов логического мышления, математической аргументации и математической интуиции.

Математическая подготовка студентов экономического профиля осуществляется по двум направлениям:

- 1) изучение общих и специальных математических дисциплин;
- 2) участие в научно-исследовательской работе студентов (НИРС).

В процессе преподавания классической математики необходимо демонстрировать применение математических методов с точки зрения профессиональной значимости. На следующем этапе студенты изучают математические дисциплины прикладного характера, направленные на формирование профессионально значимых математических навыков. Целью специальных курсов, к которым относятся "Методы и модели в экономике", "Теория массового обслуживания", "Методы оптимальных решений", "Математическое программирование экономических задач", "Эконометрика" является формирование умения решать профессиональные задачи с применением математического аппарата.

В курсе «Эконометрика» исследуется зависимость одних экономических показателей от других, устанавливается вид этой зависимости и проводится её статистический анализ.

Моделирование процессов, с помощью анализа временных рядов, включает в себя следующий алгоритм:

1. Проанализировать значения автокорреляционной функции.
2. Построить аддитивную модель.
3. Провести оценку значимости индекса корреляции аддитивной модели с помощью  $t$ -критерия Стьюдента (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ).

4. Построить диаграмму аддитивной модели, включающую исходные данные и тенденцию.

5. Оценить качество построения аддитивной модели.

6. Построить мультипликативную модель.

7. Провести оценку значимости индекса корреляции мультипликативной модели с помощью  $t$ -критерия Стьюдента (при уровне значимости  $\alpha = 0,05$ ).

8. Построить диаграмму мультипликативной модели, включающую исходные данные и тенденцию.

9. Оценить качество построения мультипликативной модели.

10. Выбрать наилучшую из построенных моделей.

11. По выбранной модели выполнить прогноз по прибыли для следующих двух кварталов.

Коэффициенты автокорреляции вычисляются с помощью функции КОРРЕЛ (Массив 1, Массив 2), номер наибольшего по модулю коэффициента автокорреляции определяет значение длины сезонной компоненты  $\tau$ .

В курсе "Математическое программирование экономических задач" рассматриваются прикладные задачи экономического содержания и методы их решения. Задачи математического программирования находят применение в различных областях человеческой деятельности: при решении проблем управления и планирования производственных процессов, решении раскройных, производственно-транспортных задач, выборе ресурсосберегающих технологий и т.д.

В основе решения прикладных задач лежит метод математического моделирования, который заключается в приближенном описании явлений и объектов с помощью математической символики. Математическое моделирование основано на выделении наиболее существенных сторон функционирования исследуемого объекта и абстрагировании от второстепенных свойств этого объекта. Предназначение модели состоит в том, что она является инструментом обработки информации.

При построении математических моделей осуществляется формализация экономической проблемы, выражение ее в виде конкретных математических зависимостей и отношений, учет факторов случайности и неопределенности. При анализе и исследовании моделей применяются чисто математические методы и приемы. В настоящее время разработано множество математических пакетов, позволяющих находить оптимальные решения, обрабатывать массивы данных, исследовать математические модели различного уровня. Основной задачей специалиста является перевод экономической проблемы на язык математики с учетом особенностей функционирования, свойств исследуемого объекта или явления, а также его внешних взаимосвязей. Поэтому, рассматривая прикладные задачи, в первую очередь необходимо формировать умение строить математические модели по экономической проблематике.

Ведущую роль в процессе освоения дисциплин "Эконометрика" и "Математическое программирование экономических задач" играет реализация межпредметных связей, которая осуществляется путем взаимосопоставления двух систем научных знаний – экономических и математических. При изучении этих дисциплин формируется

математическая компетентность будущего специалиста экономического профиля: происходит закрепление экономических понятий, формируются умения устанавливать связи между экономическими и математическими понятиями, навыки планирования и анализа деятельности предприятия, развивается причинно-следственное и алгоритмическое мышление. Во-вторых, студенты получают навыки работы в средах Mathcad и Excel, знакомятся с возможностями применения этих программ в будущей профессиональной деятельности.

Опыт использования указанных программ свидетельствует о повышении эффективности образовательного процесса, поскольку применяемые компьютерные технологии позволяют тренировать студентов в умении изучать реальные математические модели, сосредоточиться на изучении их существенных особенностей; развивать интерес к изучению математических дисциплин, выполнению собственных творческих работ и самостоятельному исследованию, анализу и применению математических моделей.



**Секция 4**  
**Телекоммуникационные технологии**

**РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ СИНУСОИДАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ**

М. Ю. Зуев

Научный руководитель - Чабдаров Ш.М.,  
д.т.н., проф.

**Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н.Туполева**

В настоящее время для получения широкополосных сигналов обычно используют амплитудную, частотную или фазовую модуляцию, а также их комбинации.

В докладе предлагается частный метод получения широкополосных сигналов на основе целенаправленного формирования математических сложных функций.

В качестве простейшего примера рассматривается способ искажения гармонической функции, добавляя к классическим, для гармонических колебаний, амплитуды  $U$ , фазы  $\varphi$  и угловой частоты  $\omega$  еще одного параметра – степени гармонической функции -  $\gamma$ .

$$U(t) = U_0 \sin^\gamma(\omega t + \varphi)$$

В докладе рассмотрены два случая:

1.  $0 < \gamma < 1$ .
2.  $\gamma > 1$ .

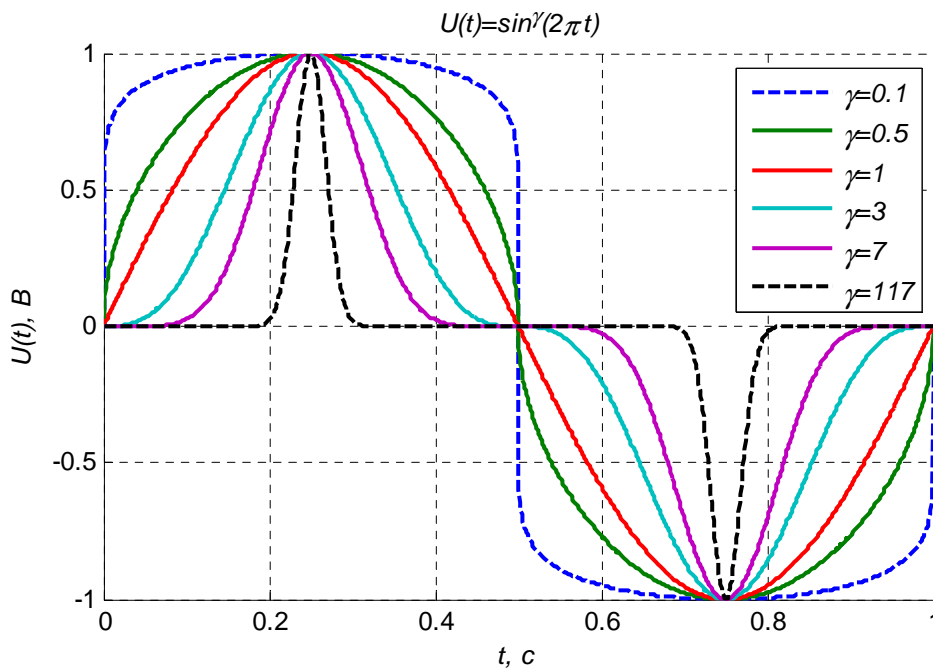


Рис. 1

На графике представлен период нескольких реализации полученных данным методом, в котором переменным параметром является степень  $\gamma$ . Из рисунка видно, что с уменьшением показателя степени гармонического колебания, меньше единицы, осцилляции приобретают близкие к прямоугольным формы, отсюда увеличивается энергия, которую можно передать, используя такое колебание. Ширина спектра и база сигнала при этом увеличиваются. С уменьшением  $\gamma$ , значительно меньше единицы, получаем периодическую последовательность прямоугольных импульсов.

В случае, когда  $\gamma$  больше единицы, площадь под кривой уменьшается, т.о. энергия, которую можно передать, тоже уменьшается. Чем выше показатель степени, тем шире спектр и больше база сигнала. При  $\gamma$  существенно больше единицы синусоида вырождается в последовательность очень коротких периодических импульсов.

Аналогично рассмотрено получение широкополосного сигнала на основе произведения синусоид с различными параметрами (параметрами формы):

$$U(t) = U_0 \prod_{m=1}^M \sin^{\gamma_m}(\omega_m t + \varphi_m)$$

Используя разнообразие величин различных параметров  $\gamma_1 \dots \gamma_m$ ,  $\omega_1 \dots \omega_m$ ,  $\varphi_1 \dots \varphi_m$  получены необычные формы широкополосных сигналов.

Для рассмотренных форм широкополосных сигналов приводятся систематизированные зависимости радиофизических характеристик – энергетических, амплитудно-фазочастотных и взаимнокорреляционных – от величин параметров формы.

## **ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АУДИО-КОДЕКОВ ДЛЯ СИСТЕМ IP-ТЕЛЕФОНИИ**

А.А.Чернова

к. т. н. Маховиков А.Б.

### **Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**

В настоящее время, IP-телефония представляет собой бурно-развивающуюся технологию связи.

Качество систем IP-телефонии существенно зависит от используемого для сжатия речевого сигнала аудио-кодека, который является одним из ее основных компонентов. Поэтому оценка реальных значений параметров кодека представляет большой интерес, как для разработки, так и для эксплуатации систем IP-телефонии.

Целью данной работы является оценка реальных значений параметров аудио-кодексов, используемых в системах IP-телефонии, путем проведения экспериментов с помощью специально-разработанного программного обеспечения.

Задачей аудио-кодека является сжатие дискретизированного речевого сигнала для передачи по каналу связи и выполнение обратного преобразования. Дискретизация сигнала осуществляется, как правило, с частотой 8 кГц или 16кГц. Сжатие уже дискретизированного сигнала всегда

осуществляется с потерей качества, следовательно, основной характеристикой аудио-кодека является качество восстановленной речи в сравнении с качеством исходной речи (оценивается в MOS). Другими параметрами аудио-кодека являются скорость обеспечиваемого им потока сжатых данных (измеряется в кбит/с) и вычислительные затраты на кодирование и декодирование сигнала (измеряется в MIPS).

В данной работе сравниваются параметры стандартных кодеков G.729 и G.711 (частота дискретизации 8 кГц), которые наиболее часто используются в системах IP-телефонии, и SILK (частота дискретизации 16 кГц), который используется в Skype, с параметрами специальных, ранее не исследованных кодеков: BTAC на скорости 2.4, 4.8, 9.6, 19.2 кбит/с и BTMC на скорость 26 кбит/с (частота дискретизации 8 кГц), а также BTWC на скорость 50 кбит/с (частота дискретизации 16 кГц).

Качество аудио-кодеков чаще всего оценивается с помощью показателя MOS, который получается после усреднения оценок экспертов.

Используя специализированную программу, было надиктовано стихотворение. Получившуюся аудиозапись пропустили через все кодеки, получив 6 аудио-файлов. Далее эти файлы (плюс исходный файл) были загружены в программу, позволяющую воспроизводить аудио-файлы и выставлять им оценки. Оценки сохранялись в текстовом файле, который дальше использовался для счета данных.

Программа была передана 40 независимым экспертам, оценки которых использовались для расчета MOS-оценок кодеков.

В данной таблице показаны значения потока сжатых данных, вычислительные затраты на кодирование/декодирование данных и качество каждого кодека, с уже рассчитанными значениями для кодеков BTAC, BTMC и BTWC.

Название кодека	Поток сжатых данных (кбит/с)	Вычислительные затраты на кодирование (MIPs)	Вычислительные затраты на декодирование (MIPs)	Качество (MOS)
G.711	64,0	0,8	0,3	4,5
G.729	8,0	20,0	3,0	4,1
SILK	32,0	6,0	7,0	4,7
BTAC-2.4	2,4	8,0	3,0	2,5
BTAC-4.8	4,8	7,0	0,8	3,8
BTAC-9.6	9,6	6,0	0,7	4,3
BTAC-19.2	19,2	6,0	0,7	4,5
BTMC-26	26,0	0,5	0,2	4,6
BTWC-50	50,0	0,5	0,2	4,7

Таким образом, по совокупности показателей, для частоты дискретизации 8 кГц лучшим является кодек BTMC-26, который, по сравнению с наиболее распространенным в IP-телефонии кодеком G.711,

имеет сходное качество и вычислительные затраты, но обеспечивает почти в 2.5 раза меньшую скорость потока.

Для частоты дискретизации 16 кГц не имеется однозначного ответа, так как по сравнению с BTWC-50, кодек SILK при в 1.5 раза меньшей скорости потока имеет в 12 раз большие вычислительные затраты на кодирование и в 35 раз большие на декодирование. Таким образом, возможность использования кодека BTWC-50 будет определяться наличием необходимой пропускной способности канала.

## **ОЦЕНКА ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКИ**

О.Н. Титов

Научный руководитель – Афанасьев А.А.

к.т.н., доц.

**Академия ФСО России (г. Орел)**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, связанных с обработкой речевого сигнала (РС) в условиях квазистационарного шумового воздействия высокой энергетики.

Существующие методы обработки речевого сигнала в условиях сложной помеховой обстановки на основе спектрального вычитания (с одним входом) обладают следующим главным недостатком, а именно, необходимость обнаружения паузы в зашумленном РС с целью оценки шумового воздействия.

В случае квазистационарного характера шумовых сигналов оценка РС в паузе дает, в некоторой степени, приближенную оценку шума  $\overset{aktiv}{A}_N(j\omega)$ :

$$\overset{pause}{A}_U(j\omega) \approx \overset{aktiv}{A}_N(j\omega) \quad (1)$$

$$\overset{aktiv}{A}_U(j\omega) = \overset{aktiv}{A}_S(j\omega) + \overset{aktiv}{A}_N(j\omega), \quad (2)$$

где  $\overset{pause}{A}_U(j\omega)$  - оценка зашумленного РС в паузе;

$\overset{aktiv}{A}_N(j\omega)$  - оценка шума на активном участке РС;

$\overset{aktiv}{A}_U(j\omega)$  - оценка зашумленного РС на активном участке речи;

$\overset{aktiv}{A}_S(j\omega)$  - оценка «чистого» РС.

Однако в случае сложной помеховой обстановки, когда энергетически шум превышает РС в десятки и сотни раз, современные алгоритмы, осуществляющие выделение паузы на основе анализа мощностных характеристик зашумленного РС, не позволяют с высокой достоверностью оценивать шумовое воздействие, так как ориентированы на нормальный закон распределения.

Для устранения данного недостатка предлагается производить оценку параметров обрабатываемого сигнала на основе исследования биспектра зашумленного РС. Данный подход ориентирован на анализ корреляционных характеристик третьего порядка, как самой речи, так шумовых воздействий. При этом выделение паузы уже не является решением идентификации активности речи.

Основная задача работы заключается в устранении зависимости существующих алгоритмов спектрального вычитания от необходимости выделения паузы с целью оценки шумового воздействия.

В ходе проведенных исследований, а также имеющихся результатов, полученных в работах [1, 2] был сделан вывод о том, что из-за воздействия «сильного» шума корреляционные зависимости в РС ослабевают. Однако изучение остаточной корреляции, которая уже не зависит от энергетике шума, посредством полиспектрального анализа позволяет более эффективно провести выделение паузы.

В докладе показано, что выделение длительной паузы уже не носит важного значения для оценки шумового воздействия в случае сложной помеховой обстановки.

На основе полученных результатов разработаны алгоритмы достоверного выделения паузы и оценивания шумового воздействия в условиях полной или частичной априорной неопределенности на основе полиспектрального анализа. Результаты функционирования данных алгоритмов не зависят от уровня шума и позволяют провести оценку параметров шумового воздействия путем анализа корреляционных связей в зашумленном РС.

В ходе работы в рамках предметной области исследований было установлено, что эффективное выделение паузы для некоторых квазистационарных акустических шумов возможно до отношения сигнал-шум (ОСШ) минус 30 дБ, например, шума города или двигателя. При более малых ОСШ энергетическая составляющая биспектральной плотности начинает преобладать над корреляционной, что ведет к ошибке определения сегментов паузы.

Для некоторых видов менее стационарных шумовых воздействий (порывы ветра, шум боевых действий и др.) выделение паузы возможно только до ОСШ порядка минус 10 дБ. Для шумов подобного рода при более низких ОСШ возможно проведение «взвешивания шума» на основе алгоритма оценивания шумового воздействия в условиях полной или частичной априорной неопределенности.

Следует отметить, что полностью отказаться от оценки энергетических параметров исследуемых речевых сигналов не представляется возможным. Использование вышеизложенных подходов лежит в основе адапционного механизма определения порога классификации. Данный порог зависит от среднего значения энергетике речевого сигнала на участке локальной стационарности и непосредственно от среднего значения ОСШ на участке наблюдения не менее 5 секунд. Таким образом принятие решения по вопросу отнесения к таким классам, как зашумленный речевой сигнал и

«чистый» шум, происходит на каждом конкретном сегменте анализа по «индивидуальному» пороговому значению.

При реализации комплексного подхода к вопросу оценивания квазистационарных акустических шумов в условиях сложной помеховой обстановки разработанные алгоритмы позволяют с высокой достоверностью оценивать параметры шумового воздействия. При этом недостаток существующих алгоритмов спектрального вычитания (с одним входом), заключающийся в зависимости от правильного выделения интервалов паузы, устранится.

#### *Библиографический список*

1. Дворянkin С.В., Козлачков С.Б., Бонч-Бруевич А.М. Анализ возможностей корреляционного метода оценки эффективности маскирования речи белым шумом. - МГТУ им. Н.Э. Баумана – 2009 -11 с.
2. Дворянkin С.В. Речевая подпись. М.: РИО МТУСИ. 2003. - 184 с.

### **ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МОБИЛЬНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ СИСТЕМ IP-ТЕЛЕФОНИИ**

К.В. Матрохина

Научный руководитель – Маховиков А.Б.

к.т.н., доц.

#### **Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**

В настоящее время особый интерес представляет оценка параметров мобильных каналов связи, так как большой процент клиентов систем IP-телефонии работает на смартфонах, а реальные показатели каналов, предоставляемых сотовыми операторами, оказываются либо далеки от теоретических, либо вообще не известны.

Каналы связи характеризуются не только пропускной способностью, но и такими важными для систем IP-телефонии показателями, как круговая (двойная) задержка, джиттер и процент потери пакетов.

Значения этих трех параметров, влияющих на качество связи, должны были оцениваться в рамках данной работы.

Для получения оценок параметров мобильных каналов использовалось специальное программное обеспечение. Оно состоит из сервера-зеркала, запущенного на компьютере в дата-центре, и клиента для MS Windows. Клиент отправляет на сервер поток UDP дейтаграмм, который, «отражаясь» от него, приходит обратно. Если дейтаграмма вернулась на клиента, то вычисляется круговая задержка ее прохождения до сервера и обратно. Зная задержки всех дейтаграмм, можно определить джиттер.

Для подключения ноутбука, на котором запускается клиент, к Internet, используется смартфон на базе ОС Андроид.

При запуске клиента необходимо указать период отправки дейтаграмм и их размер. Принимая во внимание, что размер окна анализа современных кодеков составляет 20 мс, период отправки дейтаграмм как раз и должен быть равным 20 мс. Считая, что в системе используется кодек на скорость 26 кбит/с, получаем, что необходимо взять размер дейтаграммы равным 100 байт.

Номера полученных дейтаграмм и их круговые задержки выводятся в текстовый файл, который обрабатывается средствами MS Excel для вычисления задержки, джиттера и процента потерь пакетов.

В смартфон последовательно устанавливались сим-карты операторов Большой Тройки. Измерения производились в разных точках Санкт-Петербурга в условиях отсутствия движения клиента. В процессе отправки серии дейтаграмм производилось наблюдение за типом подключения к сети (EDGE/3G) и, если тип подключения изменялся, то результаты, полученные для данной серии, игнорировались.

В результате обработки экспериментальных данных были получены следующие результаты, представленные в таблице.

На основании проведенных экспериментов, можно сделать следующие выводы:

1. Технология EDGE не обеспечивает необходимого качества связи для использования IP-телефонии (в особенности у операторов МТС и Билайн).

2. При использовании технологии 3G круговая задержка пакетов имеет наименьшее значение у оператора МегаФон. На втором месте – Билайн. Задержка, обеспечиваемая оператором МТС, немного больше, но также не превышает допустимого значения.

3 Величина джиттера при использовании технологии 3G имеет

Провайдер	Технология	Круговая задержка (мс)	Джиттер (мс)	Процент потери пакетов (%)
Мегафон	EDGE	577	34	0
	3G	80	11	0
Билайн	EDGE	1582	66	0
	3G	97	13	0
МТС	EDGE	1142	47	0
	3G	117	16	0

небольшое значение.

Потерь пакетов во время исследований не наблюдалось.

## **ИНТЕРФЕЙС КАНАЛА СВЯЗИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ БОРТОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ**

А. С. Тужилкин

Научный руководитель – Кириллов С. Н.

зав. кафедрой РУС, д.т.н.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Рассматривается ряд проблемных вопросов по использованию существующих интерфейсов канала связи бортовой информационной сети, а также перспективы разработки канала связи, удовлетворяющего растущими требованиями производительности и пропускной способности вычислительных комплексов.

Для сбора и передачи информации в различные функциональные узлы бортового комплекса применяются разнообразные интерфейсы информационного обмена. Наиболее известные интерфейсы отличаются друг от друга электрическими параметрами, информационным протоколом взаимодействия, быстродействием, помехоустойчивостью. Проанализированы следующие интерфейсы и их характеристики:

ARINC-429 и вся линейка авиационных гражданских интерфейсов. К недостаткам можно отнести:

- низкую скорость передачи данных от 12,5 кБит/с до 400 кБит/с.
- большая мощность потребления приемо/передатчика, малое количество абонентов до 20.

К достоинствам можно отнести повышенную помехоустойчивость, реализованную за счет дифференциальной пары.

MIL-STD-1553B авиационный военный интерфейс. К недостаткам относится:

- низкая скорость передачи данных 1Мбит/с
- большие накладные расходы при передаче, уменьшают эффективную скорость передачи от 700 кБит/с до 800 кБит/с.
- информационный протокол обмена не эффективен при передаче больших пакетов информации.

К достоинствам можно отнести:

- гальваническую развязку
- низкое энергопотребление
- наличие дифференциальной пары

Ethernet - перспективный интерфейс. К достоинствам можно отнести лишь высокую скорость передачи, гальваническую развязку и наличие дифференциальной пары. К недостаткам можно отнести неэффективность информационного протокола к передаче малых пакетов данных, большое время отклика от абонентов. При наличии нескольких абонентов необходим маршрутизатор, что в свою очередь приводит к увеличению стоимости комплекса и уменьшению надежности.

SpaceWare - перспективная самообразующая технология для высокоскоростной коммуникации и комплексирования бортовых систем аэрокосмических аппаратов. К достоинствам можно отнести только высокую скорость от 2 Мбит/с до 400 Мбит/с, низкое энергопотребление. К недостаткам относится максимальная скорость - минимальное расстояние, в случае нахождения абонента более 4.5 метров необходим маршрутизатор,



это в свою очередь приводит к уменьшению скорости и уменьшению надежности. Низкая помехозащищенность за счет отсутствия гальванической развязки.

Исходя из анализа существующих интерфейсов, встает вопрос о разработке принципиально нового интерфейса канала связи, объединяющего в себе все достоинства выше изложенных. А основным не маловажным свойство интерфейса становится реализация на отечественной элементной базе.

При сегодняшнем уровне развития отечественной электронной техники, максимальную скорость пакетной передачи данных можно достичь от 5 Мбит/с до 10 Мбит/с с контролем ошибок и целостности кадра. При этом помехоустойчивость данных должна осуществляться как на электрическом уровне, так и на протокольном.

#### *Библиографический список*

1. А. А. Кучерявый Бортовые информационные системы: курс лекций 2004.
2. Сергей Хвощ, Х. Х. Амаду Промышленные сети на базе стандарта MIL-STD-1553B: статья 1999

### **СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОГО РАДИО**

Д.В Жерехова

Научный руководитель - Меркутов А.С.

к.т.н, доц.

#### **Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

Телекоммуникационные системы, построенные на основе принципов программно – конфигурируемого радио (SDR), позволяет на базе единой аппаратной платформы передавать и принимать сигналы в широкой полосе радиочастот с различными видами модуляции и скоростями цифровых потоков.

При использовании SDR практически весь объем работ по цифровой обработке сигнала ложится на программное обеспечение, которое управляет работой конкретных специализированных цифровых устройств (ПЛИС, микропроцессоры), предназначенных для обработки сигнала.

Базовый состав модуля приемопередатчика включают в себя следующие блоки: входной фильтр – преселектор и малошумящий усилитель приемника, синтезатор частоты, усилитель мощности передатчика. Приемник обычно реализуется по функциональной схеме с нулевой промежуточной частотой.

В основе построения трактов передатчика в SDR системах лежит структурная схема IQ – модулятора сигнала непосредственно на несущей частоте с последующим усилением мощности сигнала. Квадратурные

сигналы поступают в передатчик от цифровой части после цифроаналогового преобразования.

Усилитель мощности (УМ) предназначен для обеспечения требуемого уровня модулированного сигнала в антенне. Как правило, при обработке сигнала в усилителе вносятся нелинейные искажения, обусловленные влиянием паразитной амплитудной и фазовой модуляции.

Вносимая нелинейным усилителем мощности паразитная модуляция приводит к дополнительному расширению спектра полезного модулированного сигнала и его искажению, которое проявляется в росте ошибок в информационном цифровом потоке на выходе приемника.

Один из способов компенсации нелинейности – линейризация усилителя мощности с помощью предварительного искажения входного сигнала.

Существует два способа построения схем УМ с учетом их линейризации:

- усилитель мощности с цифровым предсказителем;
- усилитель мощности с радиопредсказителем.

Предсказитель ВЧ (радиопредсказитель) – включает нелинейный модуль между источником входного сигнала и усилителем мощности. Нелинейный модуль генерирует интермодуляционные искажения (IM), которые подаются в противофазе с искажением IM, произведенным усилителем мощности, таким образом, уменьшая внеполосные излучения на выходе.

Цифровой предсказитель имеет два преимущества по сравнению с ВЧ предсказителем. Во-первых, коррекция сигнала выполняется перед УМ с помощью тактового расчета нового значения сигнала в цифровой области. Во вторых, благодаря использованию предварительно введенной в память устройства информации о нелинейности линейризуемого усилителя уменьшается время отслеживания и подавления IM.

Обозначим три различных метода реализации цифровых предсказителей:

1. Метод комплексного векторного картографирования, таблица LUT постоянно корректирует элементы матрицы в соответствии со входным сигналом, прибавляя его к вектору выходной ошибки, чтобы компенсировать искажение.

2. Картезианская обратная связь - используется отрицательная ОС по синфазной и квадратурной компонентам.

3. Метод адаптации, в котором непрерывно рассчитывается градиент трехмерной поверхности мощности (three-dimensional power surface).

Для проведения исследований в САПР ADS была построена модель передатчика, включающего УМ с картезианской петлей ОС. В качестве УМ был использован усилитель компании Motorola. Моделирование проводилось на частоте 850 МГц, при изменении мощности входного сигнала от 0 до 44 дБм. Было установлено, что при максимальной входной мощности и отключенной петли ОС относительное подавление внеполосных шумов на выходе составляет 10 дБ, а при использовании петли – 45 дБ (рисунк 1).

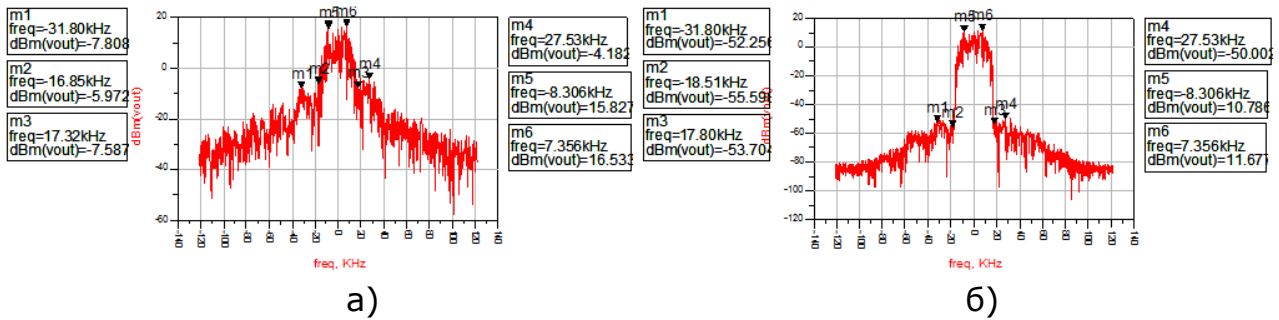


Рис. 1. Спектр сигнала на выходе: а) с использованием петли ОС, б) без использования петли ОС

Моделирование показало, что эффективность схемы УМ зависит от параметров петли ОС. Проведены исследования при использовании как схемотехнических, так и функциональных моделей УМ различных фирм производителей.

### Библиографический список

1. Галкин В.А Основы программно-конфигурируемого радио // Москва Горячая линия - Телеком, 2013, с. 246 – 277.
2. Курушин А.А., Мельников А.О., Моделирование цифровых потоков радиосвязи в среде PTOLEMY/ADS // Москва 2003, с. 182 -186.
3. Молодцов А.С. Способы повышения линейности высокочастотных усилителей мощности// Омский научный вестник, №2, 2012, с. 317 - 321.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ РАДИОЛИНИЙ В ММ-ДИАПАЗОНЕ

М.И. Белоусова

Научный руководитель – Меркутов А.С.

К.Т.Н., доц.

### Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых

В данной работе рассматриваются возможности создания и применения радиолоний миллиметрового диапазона (на частоте 60 ГГц) для высокоскоростной передачи данных.

За последние годы было разработано и внедрено множество различных стандартов беспроводной связи для высокоскоростной передачи информации (WiFi, WiMAX, UWB и др.). Но с ростом потребности передачи больших объемов данных за короткий промежуток времени (скорость более 1 Гбит/с) привело к необходимости разработки новых стандартов, предусматривающие переход на более высокие несущие частоты.

Освоение мм-диапазона начиналось еще с конца 1990-х годов и всегда привлекало внимание многих разработчиков. Однако на тот период времени отсутствовала дешевая и миниатюрная элементная база, производители потребительской электроники не могли создавать конечные габаритные устройства. На сегодняшний день ситуация меняется.

Особое внимание разработчиков телекоммуникационных систем к диапазону 60 ГГц (длина волны – 5 мм) не случайно по следующим причинам:

- 1) это нелицензируемый диапазон частот;
- 2) слабая загруженность;
- 3) сверхвысокая скорость беспроводной передачи мультимедийной информации;
- 4) узкая диаграмма направленности (ширина менее 1-2 градусов);
- 5) возможность повторного использования частот;
- 6) ширина доступной полосы – до 7 ГГц;
- 7) скрытность связи;
- 8) целостность сигнала (стойкость к импульсным помехам);
- 9) возможность создания миниатюрных антенных систем.

С другой стороны, диапазон 57-64 ГГц, имеет ряд недостатков:

- 1) сильное затухание в строительных материалах и атмосфере (~15дБ/км);
- 2) передача на короткие расстояния (десятки метров) в условиях прямой видимости.

Можно говорить о том, что миллиметровая радиоволна с частотой 60 ГГц – это новейший инструмент, способный расширить привычный стандарт Wi-Fi (2,4 и 5 ГГц). Ясно, что он станет востребован ведущими мировыми компаниями.

Две группы производителей, специализирующихся на беспроводных системах связи, WirelessHD Consortium и Wireless Gigabit Alliance (WiGig), занимаются стандартизацией, созданием и внедрением устройств мм-диапазона.

WirelessHD Consortium, возглавляемая производителем процессоров Silicon Image, объединяет компании, которые продают практические решения уже сейчас. Технологии, поддерживаемые альянсом Wireless Gigabit Alliance, который возглавляют компании Marvell и Wilocity, ждут сертификации.

В настоящее время начинает появляться элементная база для построения радиолинии мм-диапазона, например:

- 1) приемопередатчики HMC6000/6001 фирмы Hittite Microwave (США);
- 2) приемопередатчик PRS1021 фирмы Peraso Technologies Inc. (Канада);
- 3) приемопередатчики SB9220/SB9210 и SB9221/ SB9211 SiBEAM (США);
- 4) передатчик UltraGig 6400 Silicon Image (США).

Основными параметрами данных микросхем являются:

- 1) поддержка спецификации IEEE 802.11ad/802.15.3с;
- 2) работа в диапазоне ~57 - 66 ГГц;
- 3) виды модуляции – BPSK, QPSK, 16-QAM и др.;
- 4) выходная мощность Tx – примерно 16.5 дБм;
- 5) уровень шума Rx – около 6 дБ;
- 6) встроенные антенны;
- 7) компактная техника КМОП-компоновки и пр.

На сегодняшний день для проектирования устройств мм-диапазона можно использовать необходимые модели в САПР Agilent SystemVue ESL версия 2013 г., в котором имеются соответствующие библиотеки.

Областью применения данного диапазона могут стать беспроводные реализации USB, т.е. замена проводных соединения – «беспроводной USB» - для подключения принтеров, жестких дисков и другой периферии, беспроводной HDMI, гигабитная передача видео с высоким разрешением (несжатое HD-видео) и другой мультимедийной информации, медиа киоски. Планируется создание маршрутизаторов, работающего на трех частотах – 2,4/5/60 ГГц.

В заключении следует отметить, что исследования в области миллиметрового диапазона развиваются с каждым годом и темпы его освоения только увеличиваются. В будущем, построение систем в СВЧ диапазоне должны координально изменить представление о беспроводной передаче данных на высоких скоростях.

#### Библиографический список

1. Белоусова М.И. Исследование возможностей построения высокоскоростных систем передачи цифровых данных в СВЧ диапазоне. – Владим. гос. ун-т им. А.Г. и Н.Г. Столетовых. – Владимир: Изд-во ВлГУ, 2014. – 234-235 с.
2. Шахнович И. Современные технологии беспроводной связи. – М.: Техносфера, 2004. – 354 с.

### **ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА В ЗАДАЧАХ ГОЛОСОВОЙ БИОМЕТРИИ**

И.Н. Филатов, Д.Ю. Мамушев,  
 Научный руководитель – Кириллов С. Н.  
 д.т.н., проф.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Постоянно растет интерес к использованию биометрических параметров для идентификации человека. Теоретические наработки в области биометрии внедряются в современные системы обеспечения безопасности. В частности как для защиты информации на персональном компьютере, так и для таких государственных приложений, как биометрический паспорт, информационно-аналитические комплексы силовых ведомств и решения соответствующих задач в области космонавтики.

В интересах решения задач определения антропометрических характеристик говорящего по речевому сигналу (РС), предложены к исследованию следующие группы параметров:

- амплитуда и ширина полосы первых четырех формант,
- найденные амплитуды гармоник частоты основного тона (ЧОТ) РС [1],
- мел-частотные кепстральные коэффициенты (МЧКК),
- коэффициенты линейного предсказания (КЛП),
- коэффициенты рядов Фурье, Чебышева, Лежандра,
- коэффициенты вейвлет-пакетного разложения РС разной глубины и частотного диапазона.

Экспериментальные исследования проводились на речевой базе, записанной для группы дикторов из 50 человек: 15 девушек и 35 юношей, в возрасте 19-21 год, на основе рекомендаций ГОСТ 50840 Р-95 со специализированного диктофона "Olympus". В качестве фонограмм исходного речевого материала использовались, фонетически сбалансированные, изолированно произнесенные, слова и фразы.

Идентифицировались по РС такие, широко используемые антропометрические показатели, как рост и вес говорящего, а так же малоиспользуемые такие как, длина носа, гортани, шеи, и диаметр головы и шеи. При анализе речевого материала для идентификации одним из достоинств предложенных алгоритмов является отсутствие необходимости сегментации обрабатываемого на фонемы, что существенно упрощает работу. Признаки РС выделялись на интервалах с вокализацией речи.

На основе регрессионного анализа экспериментальных зависимостей от значений параметров РС были определены величины антропометрического показателя человека с надежностью аппроксимации экспериментальных кривых до 91-98 %.

Показано, что вес девушек и юношей можно характеризовать по значениям амплитуды четвертой гармоники ЧОТ, амплитудам третьей и четвертой формант. Рост можно определять по значениям частот и ширины полосы формант. Длина шеи и носа характеризуется амплитудами гармоник ЧОТ, значениями КЛП. Основными группами параметров РС для определения антропометрических признаков, являются амплитуды, частоты и ширины полос формант РС, гармоники ЧОТ, значения некоторых МЧКК и КЛП, также некоторые параметры импульса голосового источника.

#### *Библиографический список*

1. Г.С. Рамишвили Автоматическое опознавание говорящего по голосу, М. Радио и связь, 1981. – 224 с.

### **СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДВОДНОГО ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ**

Л.В Аронов

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время возникла потребность в создании подводных аппаратов, управляемых по беспроводному каналу связи. Подобные аппараты могут использоваться для различных целей, таких как геологоразведка, проведение изыскательских работ, спасательных операций, ремонта подводных коммуникаций и т.д. Для решения данных задач требуется передача видеоизображения в реальном масштабе времени. Для этой цели можно использовать следующие способы:

- акустический канал;
- радиоканал;
- оптический канал.

Акустический канал обладает очень большой дальностью действия, из-за низкой скорости распространения звуковых волн в воде (в морской воде около 1500 м/с), но имеет малую пропускную способность (из-за узкой полосы пропускания канала) и не в состоянии выполнить передачу видеоизображения в реальном масштабе времени.

Радиоканал может обеспечить передачу видеоизображения, однако дальность действия не превышает 10 м. Применение же радиоволн сверхнизкой частоты требует использования антенн значительного размера и не позволяет получить необходимой ширины полосы пропускания канала связи.

Наиболее перспективным для работы в подводных условиях является оптический канал связи, который обладает широкой полосой пропускания, и соответственно высокой пропускной способностью, позволяющей вместить несколько видеоканалов и каналов управления, а также обеспечить помехоустойчивое кодирование и возможность передавать видеоданные на дистанцию до 1000 м.

Морская вода, как физический канал передачи информации, ослабляет и «зашумляет» полезный сигнал, что приводит к снижению скорости и надежности канала связи, вплоть до полного прерывания процесса передачи данных. Для разработки алгоритмов оптимального приема видеоизображения требуется создание статистической модели подводного оптического канала связи.

Предложенная статистическая модель учитывает флуктуации оптических свойств океана, факторов внешней среды, таких как температура и интенсивность солнечного света. Функция плотности вероятности (ФПВ) шума представляет собой композицию ФПВ фонового темного, теплового и флуктуационного шумов. В модели представлена ФПВ полезного сигнала на входе приемника, учитывающая разброс параметров коэффициента ослабления, с учетом его сложной структуры и многофакторной природы.

Предложенная статистическая модель подводного оптического канала связи позволяет выбирать виды модуляции, способы кодирования и осуществлять синтез оптимального приемника, с учетом статистических характеристик водной среды и внешних мешающих факторов.

#### *Библиографический список*

1. Jaruwatadilok S. Underwater wireless optical communication channel modeling and performance evaluation using vector radiative transfer theory [Текст] / S. Jaruwatadilok // IEEE Journal on selected areas in communications . – 2008 . – №9, vol. 26 – с. 1620-1627
2. Pope R. M. Absorption spectrum (380-700 nm) of pure water. II. Integrating cavity measurements [Текст] / R. M. Pope, E. S. Fry // Applied Optics . – 2008 . – Vol. 36 – с. 8710-8723
3. Abd El-Naser A. Mohamed Underwater wireless optical communications for short range typical ocean water types [Текст] / Abd El-Naser A. Mohamed, Hamdy A. Sharshar, Ahmed Nabih Zaki Rashed, Enab Salah El-dien // Canadian journal on electrical and electronics engineering. – 2012 . – №7, vol. 3 – с. 344-361

## **ОЦЕНКА ЭНТРОПИИ ПАРОЛЕЙ КАК МЕРЫ СТОЙКОСТИ К МАШИННОМУ ПЕРЕБОРУ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ**

Л.С.Крупнов

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н, проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Рассматривается ряд проблемных вопросов по выбору паролей, наиболее стойких к машинному перебору, а так же преимущества использования энтропии пароля в качестве меры стойкости.

Целью данного доклада является разработка эффективного алгоритма вычисления энтропии паролей для дальнейшей оценки их стойкости к машинному перебору, обладающих минимальными значениями сложности запоминания для человека.

Проанализированы современные представления о стойкости пароля, основанные на его длине, количестве спецсимволов, количестве словарных слов в составе пароля и т.д. Приведена сравнительная характеристика работы алгоритмов оценки сложности пароля для ряда популярных интернет-сервисов.

Проанализированы способы оценки сложности пароля для запоминания человеком. Выявлен нелинейный характер зависимости данной величины от энтропии пароля, что дает возможность повысить стойкость пароля к машинному перебору, не теряя при этом в удобстве его использования. На основе полученных данных выявлены основные недостатки современных рекомендаций по выбору паролей, которые в итоге оказываются уязвимыми для атак машинного перебора.

Разработан алгоритм оценки энтропии пароля, основанный на расширенном анализе соответствия его составных частей определенным шаблонам генерации. Проанализированы основные шаблоны генерации паролей, разработаны алгоритмы вычисления их энтропии, а так же суммарной энтропии пароля. Даны рекомендации по выбору паролей, обладающих максимальной энтропией и низкой сложностью для запоминания.

Проанализированы альтернативные методы защиты паролей от машинного перебора, такие как двухфакторная авторизация, смарт-карты, динамические пароли, и т.п. Приведена сравнительная характеристика каждого из вышеуказанных методов, выявлены их основные достоинства и недостатки. Получены значения дополнительной энтропии, вносимой в общую энтропию пароля, для каждого из проанализированных методов.

Предоставлена сравнительная характеристика наиболее и наименее эффективных шаблонов генерации паролей. Даны рекомендации по выбору подходящего для текущей задачи шаблона, и выбору дополнительных методов внешней защиты паролей. Даны рекомендации для дальнейших исследований стойкости паролей к машинному перебору.



## **ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ КОГЕРЕНТНОГО ДЕМОДУЛЯТОРА MSK-СИГНАЛОВ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ АУДИО НАБЛЮДЕНИЯ**

А.В. Завадский

Научный руководитель - Меркутов А.С.

К.Т.Н., доц.

**Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

В настоящее время возрастает роль обеспечения высокой достоверности передачи аудиосигналов по беспроводным каналам в условиях сложной помеховой обстановки. Для решения этой задачи в системах дистанционного управления, как правило, используются методы некогерентной обработки принимаемого сигнала. Повысить помехоустойчивость канала передачи данных позволит использование когерентных методов обработки сигнала на основе MSK-модуляции.

MSK (Minimum Shift Keying) - частотная модуляция с минимальным сдвигом. Использование данного типа модуляции обусловлено тем, что она обеспечивает высокую спектральную эффективность, а также наивысший КПД радиопередающего устройства по сравнению с другими видами модуляции.

Оптимальная структура демодулятора MSK-сигнала была синтезирована в работе [1], там же рассмотрена структура приемника при условии флуктуирующей фазы центральной частоты и точно известной задержке цифрового сигнала.

В качестве среды разработки и исследования использовалась система автоматизированного проектирования Advanced Design System (ADS). Скорость цифрового информационного потока данных составляла 128 Кбит/с, с учетом применения сверточного кодирования со скоростью  $r=1/2$ . Демодулятор содержит петли фазовой и тактовой автоподстройки частоты (ФАПЧ и ТАПЧ). Моделирование проводилось как для случая идеальной тактовой и фазовой синхронизации, так и при наличии уходов частоты несущей ( $\Delta f_n$ ) и неточности установки частоты девиации ( $\Delta f_{\text{дев}}$ ).

При отсутствии отклонений частоты несущей и для отношения энергии бита к спектральной плотности шума  $\square E_b/N_0 = 7,3$  дБ обеспечивается вероятность битовой ошибки  $\square \text{BER}=0,001$ . Далее проводилась оценка ухудшения помехоустойчивости при наличии отклонений в параметрах сигнала ( $\Delta f_n, \Delta f_{\text{дев}}$ ).

Результаты исследования влияния уходов частоты несущей показали, что при  $\Delta f_n = \pm 300$  Гц, потери помехоустойчивости составляют  $\square$  не более 0,4 дБ, а при  $\Delta f_n = \pm 800$  Гц  $\square$  не более 1,3 дБ. Следует отметить, что данные уходы частоты могут быть скомпенсированы в блоке начальной частотной синхронизации, а доплеровские эффекты в радиоканале на частотах до 1 ГГц приводят к отклонению несущей на несколько десятков Гц, с которым успешно справляется следящая петля ФАПЧ.

При проведении исследований влияния отклонения частоты девиации было установлено, что при  $\Delta f_{\text{дев}} = \pm 300$  Гц потери помехоустойчивости составляют  $\square$  не более 0,45 дБ, а при  $\Delta f_{\text{дев}} = \pm 700$  Гц  $\square$  не более 2,5 дБ. Отсюда можно сделать вывод, что значения  $\Delta f_{\text{дев}}$ , при которых ухудшается качество приема сигнала, значительно превышает погрешность установки

частоты, которую обеспечивают современные синтезаторы с переменным коэффициентом деления частоты, реализуемые в составе микросхем приемопередатчиков.

#### *Библиографический список*

1. Белоусов Е.Л., Харисов В.Н. Оптимальный прием частотно-манипулированных сигналов с минимальным сдвигом // Радиотехника и электроника. □ 1984. □ № 3. □ С. 440-449.
2. Королев Н.В., Меркутов А.С., Крутин Д.В. Исследование помехоустойчивости квазиоптимального приемника GMSK-сигнала при реализации его цифровой части на ПЛИС // Вестник Воронежского института МВД России. □ 2010. □ №4, □ С. 38-42.
3. Меркутов А.С., Крутин Д.В. Фазовая и тактовая синхронизация сигналов в когерентном MSK-приемнике // Материалы IX Междунар. НТК
4. «Перспективные технологии в средствах передачи информации». – Владимир: ВлГУ, т.2. □ 2011. □ С. 181-183.

### **МОДЕЛЬ АУДИОКОДЕКА НА ОСНОВЕ ВРЕМЯ – ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ**

А.Ю. Киселев

Научный руководитель – Меркутов А.С.

к.т.н., доц.

#### **Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

В соответствии с тенденциями развития техники и технологии, разработка современных телекоммуникационных устройств должна быть ориентирована на минимизацию их размеров и энергопотребления. Данная работа посвящена моделированию речевого аудиокодека для систем дистанционного управления с малым потреблением.

На рисунке 1 приведена функциональная схема, показывающая процесс передачи и обработки сигнала. С выхода АЦП сигнал поступает на кодер с маскиратором, которые работают по алгоритму, приведенному ниже. После маскированный сигнал подвергается широтно-импульсной (ШИ) модуляции. Начальные моменты ШИ-модулированного сигнала находятся всегда на одинаковом расстоянии друг от друга, меняется только ширина импульсов (скважность). После ШИ-модулятора сигнал поступает на формирователь импульсов, где по заднему фронту генерируется короткий импульс длительностью 10 нс. Далее сигнал попадает на коммутатор, где с помощью сгенерированного импульса формируется СВЧ сигнал с амплитудной манипуляцией (АМ) с пассивной паузой.

В приемной части АМ сигнал детектируется и далее поступает на время-импульсный (ВИ) демодулятор, где, на основе известных начальных моментов импульсов и полученных конечных, восстанавливается ШИ-модулированный сигнал. После этого сигнал демодулируется, демаскируется и декодируется.

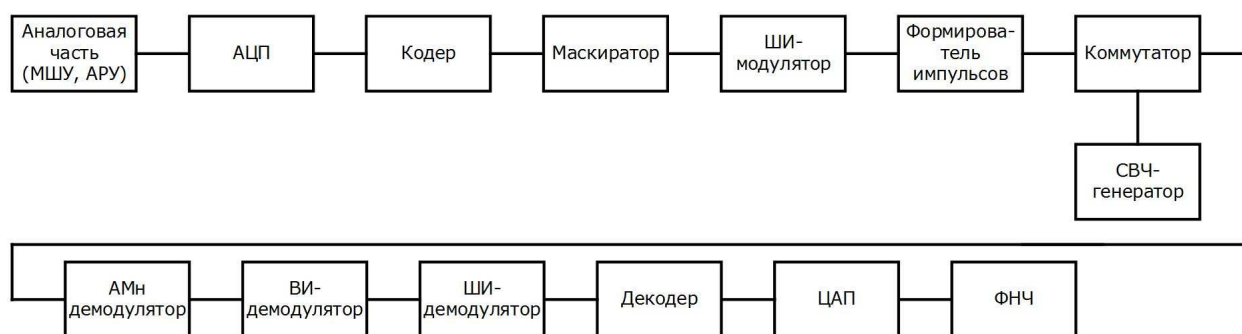


Рис. 1. Функциональная схема канала передачи речевых сообщений

Таким образом, на основании вышеизложенного, можно сделать вывод, что необходимо передавать лишь короткие импульсы длительностью 10 нс, обозначающие конечные моменты ШИ-модулированного сигнала, начальные моменты которого известны на приемной стороне. На основе данных импульсов восстанавливается ШИ-модулированный сигнал. Пиковая мощность в момент передачи одиночного импульса будет относительно большой, однако, ввиду длительных пауз, среднее потребление передатчика будет малым. Рассмотренная модель может быть реализована на основе аналоговых схмотехнических баз с низким энергопотреблением без АЦП, что также позволит сократить энергопотребление.

Алгоритм прямого преобразования кодера должен обеспечивать обработку отсчетов в соответствии с математической моделью:

$$y(k+1) = 2 \cdot [y(k) + x(k)] + a(k), \quad (1)$$

где  $y(k)$  – отсчет выходного сигнала на  $k$ -ом такте,  $a(k)$  – параметр, обеспечивающий маскировку сигнала (выбирается в соответствии с заданной таблицей).

$$x(k) = s(k) - a_1 \cdot s(k-1) - a_2 \cdot s(k-2), \quad (2)$$

где  $a_1, a_2$  – коэффициенты, подбираемые в модели,  $s(k)$  – отсчет входного речевого сигнала на  $k$ -ом такте. Данный алгоритм выполняет как кодирование, так и маскирование сигнала.

Алгоритм обратного преобразования декодера должен обеспечивать восстановление отсчетов выходного сигнала в соответствии с математической моделью:

$$so(k) = a_1 \cdot so(k-1) + a_2 \cdot so(k-2) + xo(k), \quad (3)$$

где  $so(k)$  – отсчет выходного сигнала на  $k$ -ом такте,

$$xo(k) = 0.5 \cdot u(k) - u(k-1) - 0.5 \cdot A_1 \cdot C, \quad (4)$$

где  $u(k)$  – отсчет входного сигнала на  $k$ -ом такте,  $C$  – параметр, отвечающий за демаскирование сигнала,  $A_1$  – переменный коэффициент, также необходимый для демаскирования и декодирования сигнала. Данный алгоритм обеспечивает восстановление сигнала после маскировки и декодирования.

Входными параметрами для модели являются: частота входного сигнала – 200 Гц – 6000 Гц, частота дискретизации 16/32/64 кГц, количество уровней квантования ШИ-модулятора. Практически интересные задачи моделирования заключаются в подборе уровней квантования ШИ-модулятора, коэффициентов кодека, оптимальной частоты дискретизации, исследовании зависимости SINAD и коэффициента нелинейных искажений от уровня входного сигнала и частоты. Модель кодека была построена в САПР ADS, с использованием отдельных блоков САПР MATLAB.

В результате моделирования и проведенных тестов, было выявлено оптимальное значение уровней квантования для ШИМ – 1024, частота дискретизации – 64 кГц. Минимальный приемлемый уровень входного сигнала кодека составляет 1 мВ – 5 мВ.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЧМ СИГНАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УЗКОПОЛОСНОЙ ПОМЕХИ**

И.В. Лукашин, Д.С. Семин

Научный руководитель – Кириллов С. Н.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время большинство беспроводных систем передачи данных (БСПД) построено на основе технологии OFDM или прямого расширения спектра DSSS, которые позволяют обеспечить требуемое качество передачи данных в сочетании с устойчивостью к различным дестабилизирующим факторам. Тем не менее, несмотря на несомненные достоинства указанных технологий, остается актуальной задача разработки такого способа построения БСПД, который обеспечивал бы высокую помехоустойчивость при воздействии других мешающих факторов: многолучевое распространение, наличие доплеровского смещения частоты и другие.

Целью доклада является исследование БСПД с использованием ЛЧМ для расширения спектра при воздействии узкополосной помехи (УП).

Стандарт IEEE 802.15.4a [1], выпущенный в 2007 году, предлагает способ построения БСПД, где в качестве метода расширения спектра используются сигналы с дискретной линейной частотной модуляцией (ДЛЧМ) – профиль CSS (Chirp Spread Spectrum). Прежде всего, разработчики стандарта выбрали ДЛЧМ сигналы в силу следующих причин: стойкость к доплеровскому смещению частоты, возможность кодового разделения каналов и точного определения координат местоположения объектов БСПД.

В основе профиля CSS лежит следующая идея использования ДЛЧМ сигналов. Последовательность из 4-х ДЛЧМ импульсов объединена в так называемые ДЛЧМ символы. При этом всего возможны четыре вида ДЛЧМ импульсов, получающиеся путем вариации законов изменения частоты: возрастающей и убывающей и двух частотных полос. В этом профиле представлено четыре закона изменения частоты в ДЛЧМ символе, получающихся путем вариации в ДЛЧМ импульсах законов изменения

частоты (возрастающего/убывающего и двух частотных полос), с соответствующими временными промежутками, которые необходимы для достижения большей ортогональности между ДЛЧМ символами. Математическое представление непрерывного видеосигнала во временной области, построенного из ДЛЧМ символов с учетом временных промежутков описывается следующим выражением

$$s_m(t) = \sum_{i=0}^{\infty} \sum_{n=0}^{\infty} \sum_{k=0}^3 c_{n,k} \exp \left[ j \left( \omega_{k,m} + \frac{\mu}{2} \xi_{k,m} (i\Delta t - T_{n,k,m}) \right) (i\Delta t - T_{n,k,m}) \right] P(i\Delta t - T_{n,k,m}),$$

где  $c_{n,k}$  – комплексные значения фазы с выхода модулятора,  $m=1..4$  – номер последовательности ДЛЧМ символов,  $\omega_{k,m}$  – центральная частота ДЛЧМ импульса,  $T_{n,k,m}$  – время начала ДЛЧМ символа,  $\mu=7.3158e12 \text{ с}^{-2}$  – параметр, равный скорости изменения частоты внутри ДЛЧМ импульса,  $\xi_{k,m}$  – определяет закон изменения частоты внутри ДЛЧМ импульса,  $\Delta t=31.25 \text{ нс}$  – период дискретизации,  $P$  – весовая функция. Параметры  $\omega_{k,m}$ ,  $T_{n,k,m}$ ,  $\xi_{k,m}$  определяются согласно [1].

Показано, что использование такой схемы формирования ДЛЧМ импульсов позволяет добиться выигрыша в отношении сигнал-шум (ОСШ) на выходе согласованного фильтра равного

$$B = k \cdot \mu \cdot T_{\text{имп}}^2 = 4 \cdot 7.3158 \times 10^{12} \cdot (1.1875 \times 10^{-6})^2 = 16.1559 \text{ дБ},$$

где  $k$  – коэффициент,

учитывающий использование двух законов изменения частоты и двух частотных полос,  $T_{\text{имп}}=1.1875 \text{ мкс}$  – длительность ДЛЧМ импульса. В [1] подобный способ расширения спектра используется совместно с DQPSK ([Differential Quadrature Phase Shift Keying](#)) модуляцией и биортогональным кодированием [2]. Причем биортогональное кодирование реализовано для двух кодовых скоростей 3/4 и 3/16 при скорости передачи данных 1 Мбит/с и 250 кбит/с, соответственно.

Для исследования воздействия УП на подобный способ построения БСПД была разработана имитационная модель в среде MATLAB при скорости передачи данных 250 кбит/с (рис.1).

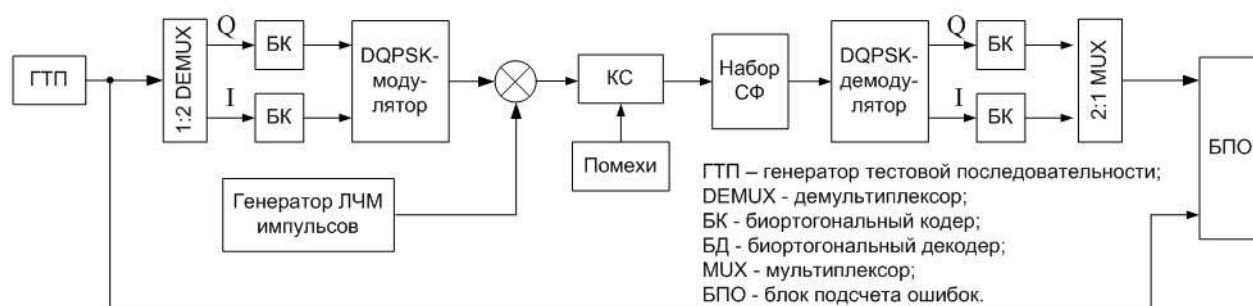


Рис.1. Структурная схема имитационной модели

Достоверность работы имитационной модели подтверждается тем, что полученная зависимость вероятности битовой ошибки ( $P_B$ ) от ОСШ близка к теоретической, приведенной в [1]. Проведенные исследования влияния

УП, расположенной на несущей частоте, на функционирование БСПД показали, что для обеспечения  $P_B=10^{-5}$  при отношении сигнал-помеха (ОСП) равном 3дБ необходимое ОСШ увеличивается на 2 дБ, а при ОСП=0дБ – на 5.75 дБ.

#### *Библиографический список*

1. IEEE Std 802.15.4a™-2007. Part 15.4: Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (WPANs).
2. John G. Proakis, Masoud Salehi, Gerhard Bauch. Contemporary communication systems Using MATLAB. – Cengage Learning, 2013.

### **АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ПОМЕХ НА ПЕРЕДАЧУ ИНФОРМАЦИИ В СЕТЯХ LTE**

Д.В. Крутин

Научный руководитель – Меркутов А.С.

к.т. н, доц.

**Владимирский государственный университет имени Александра  
Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

Поскольку мобильные устройства в наши дни становятся всё более производительными, операторами сотовой связи прилагаются значительные усилия по развертыванию широкополосной инфраструктуры передачи данных. Сегодня основным стандартом для высокоскоростной передачи данных являются сети Long Term Evolution (LTE). Физический уровень LTE обладает следующими отличительными особенностями, позволяющими значительно увеличить емкость и пропускную способность сети по сравнению с сетями предыдущего поколения: использование множественного доступа на основе ортогонального частотного разделения каналов (OFDMA) и широкое применение пространственного кодирования сигнала (MIMO). В то же время данные технологии обладают хорошей способностью противостоять сложным помеховым условиям в радиочастотном канале. Несмотря на это сети стандарта LTE, как и любой другой вид беспроводных сетей связи, являются уязвимыми для целенаправленной помехи. Ниже рассмотрены основные методы атак. Основной и самый простой метод основан на применении радиосигналов, нарушающих связь за счет снижения отношения сигнал-шум (ОСП) в канале. Такой подход требует использования высоких мощностей излучения, что делает его неэффективным и легким для выявления. Этот метод атаки является эффективным только в том случае, если злоумышленник не обладает информацией о целевом сигнале. Более сложные методы атак основаны на уязвимостях физического уровня LTE. Можно выделить три основных направления атаки: каналы синхронизации (PSS и SSS), пилотные символы (RS) и системная информация (SIB).

Метод подавления каналов синхронизации является более предпочтительным по сравнению с подавлением всего сигнала, поскольку требует меньшей мощности помехи. Это связано с тем, что для передачи каналов синхронизации выделены определенные частоты, и нет

необходимости в подавлении всей полосы. С другой стороны этот метод также является легким для обнаружения.

Метод подавления пилотных символов является более трудным для выявления. В то же время для его применения необходима установка синхронизации между сотовой сетью и генератором помехи, что делает его эффективным лишь в небольшом радиусе действия.

Наиболее эффективным является метод атаки основанный на подавлении системной информации. Хотя данный метод также требует синхронизации между сотовой сетью и генератором помех, требования к ней значительно ниже, что увеличивает возможный радиус его применения. Но поскольку местоположение системной информации варьируется как во времени, так и частоте, реализация такого подхода представляет собой сложную задачу.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ АУДИОКОДЕКА АДИКМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ САПР**

А.М. Чернобаев

Научный руководитель – Меркутов А.С.

к.т.н., доц.

### **Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

Важными составляющими систем передачи аудиосигналов в портативных устройствах ISM диапазонов (433 МГц, 868 МГц и 902 МГц), кроме аппаратной части, является алгоритм цифровой обработки информации, выбор которых во многом определяет качественные характеристики всей системы.

Алгоритм АДИКМ является одним из наиболее эффективных методов временного кодирования речевых сигналов, для которого существует много модификаций, оптимизированных под конкретные задачи.

В САПР ADS была построена модель стандартного кодека АДИКМ по рекомендации МСЭ-Т G.721, что соответствует качеству речи с применением АДИКМ G.726 при скорости 32 Кбит/с.

Для проверки исследований САПР ADS предоставляет широкие возможности параметризации стандартных библиотечных элементов. В связи с этим нет необходимости разрабатывать собственные модели, что в свою очередь значительно сокращает время проведения исследований.

Для проведения объективных оценок алгоритма АДИКМ воспользуемся методом синусоидального сигнала. Измерения отношения сигнал/шум на выходе модели (далее ОСШ) были выполнены посредством воздействия на кодек синусоидальных сигналов с частотами от 200 Гц до 3800 Гц с шагом 200Гц.

При моделировании в окне статуса САПР ADS выводились значения ОСШ, на основании которых был построен график, представленный на рисунке 1.

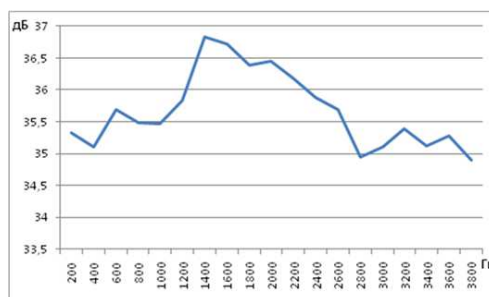


Рис.1 – Модель исследования зависимости ОСШ от частоты аудио сигнала

Измерение ОСШ показало, что в диапазоне частот от 200 Гц до 3800Гц неравномерность ОСШ составляет около 2 дБ, что отражено на рисунке 1. Наилучшие значения ОСШ наблюдаются в диапазоне от 1400 до 2200 Гц.

Максимум энергии речевого сигнала, определяющий восприятие смысловой информации, сконцентрирован в области от 2 до 4 кГц, а эстетической – в областях ниже 0,5 и выше 8 кГц [1].

На основании анализа полученных данных можно сделать вывод, что данный кодек обеспечивает наилучшие значения ОСШ именно в области восприятия смысловой информации.

Исследование зависимости ОСШ от битовой ошибки, вносимой в канал передачи между кодером и декодером (далее BER), было выполнено на основе воздействия синусоидальных сигналов с частотами 600 Гц, 1400 Гц, 2000 Гц, 3400 Гц.

Полученные значения ОСШ в зависимости от входной частоты и значения BER представлены в таблице 1. На основании анализа результатов моделирования можно сделать вывод что зависимость ОСШ от BER носит обратно пропорциональный характер, т.е. при увеличении вероятности битовой ошибки, показатель ОСШ - ухудшается.

Таблица 1 – Зависимость ОСШ при различных уровнях BER (64 кбит/с на входе при частоте дискретизации 8 кГц и 4 бит/отчет на выходе).

Частота (Гц)	ОСШ при различных уровнях BER, дБ					
	$1 \cdot 10^{-2}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$
600	18.2	19.8	23.4	25.8	27.7	30.6
1400	18.5	19.8	23.8	25.6	27.8	30.9
2000	19.6	20.7	24.0	25.9	28.3	31.2
3400	20.1	21.1	25.1	26.1	28.1	31.1

#### Библиографический список

1. Попов О.Б., Рихтер С.Г. Цифровая обработка сигналов в трактах звукового вещания. Учебное пособие для вузов.- М.: Горячая линия – Телеко, 2007. – 341 с.:ил. ISBN 5-93517-296-8.



## **ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО И СИСТЕМЫ СВЯЗИ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

А.В. Патракеев

Научный руководитель – Калыгина Л.А.

к.т.н., доц.

### **Владимирский Государственный Университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

Массовый характер потребностей в инфокоммуникационных услугах порождает устойчиво растущий рыночный спрос.

В этих условиях крайне важным становится обеспечение доступности средств, позволяющих каждому члену общества, независимо от его социального статуса и уровня дохода, оперативно получать необходимую информацию при любой отдаленности от источника ее возникновения.

По характеру организации производственного процесса и наличию разветвлённого сетевого хозяйства инфокоммуникационный комплекс во многом схож с другими отраслями, осуществляющими передачу и распределение определенного продукта, к числу таких отраслей, в частности, относятся газовая промышленность и электроэнергетика.

Рынок телекоммуникаций оказывается далеко не однородным и распадается на целую систему взаимосвязанных рынков. В этой системе четко прослеживается многоуровневая организация. Среди рыночных структур, складывающихся в отдельных секторах, помимо естественной монополии можно встретить монополистическую конкуренцию, монополию, олигополистические структуры, различные комбинированные варианты конкуренции.

Инфокоммуникационная сфера построена по принципу сетевой структуры, для которой присуща высокая степень самоорганизации. Все его участники, предлагающие потребителю свой товар, выступают от имени сети. Это означает, что каждый из них, владея лишь отдельным ее фрагментом, предлагает потребителю доступ ко всей совокупности сетевых ресурсов.

В общем случае отдельная фирма сама по себе не имеет возможности оказать полный комплекс инфокоммуникационных услуг. Для этих целей она должна иметь постоянный технический контакт с аналогичными фирмами, обслуживающих потребителей других регионов или осуществляющих информационную связь между регионами, а также с другими странами. На базе всей совокупности этих контактов создается единое пространство, в котором обмен информацией между любыми точками обеспечивается только на основе совместной работы различных фирм.

Таким образом, создание единого информационного пространства является наиболее оптимальным способом взаимодействия поставщиков информационных услуг и услуг связи на рынке.

В ходе работы были проанализированы поставщики услуг мобильной и фиксированной связи, работающие на территории Владимирской области. В их числе такие компании как: «Владимирская городская сеть», «РайОН», «Мегасети», «ТТК», «МТС», «Ростелеком», «Кэтис», «BEELINE», «Мегафон», «Skylink».

В качестве вывода стоит отметить, что данные провайдеры предоставляют, в основном, услуги связи, а информационные услуги развиты не сильно. В сфере информационных услуг лидирует компания «Ростелеком». Стоит отметить, что каждый провайдер услуг фиксированной или мобильной связи охватывает ограниченное количество абонентов. По расположению абонентов область можно условно разделить на зоны, в которых преобладает тот или иной провайдер. По ценовой политике и качеству оказываемых услуг, провайдеры находятся на одном конкурентном уровне.

В рамках создания единого информационного пространства стоит обратить внимание на развитие информационных услуг. Также необходимо углубить сотрудничество провайдеров услуг связи, для повышения качества обслуживания и уменьшения издержек.

Данные меры соответствуют федеральной программе «Информационное общество», рассчитанной на 2011-2020 годы [1], и станут хорошим подспорьем для развития всех отраслей экономики Владимирской области.

#### *Библиографический список*

1. Государственная программа Информационное общество (2011-2020 годы). Федеральный портал Protown.ru

### **ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ DVB-T2 И СПОСОБЫ ДОСТАВКИ ЦИФРОВОГО ПАКЕТА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ ДО ЗРИТЕЛЯ**

А. О. Гаврилова, А. В. Осипова  
Научный руководитель – Калыгина Л.А  
к.т.н, доц.

#### **Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

Спецификация Digital Video Broadcasting – Terrestrial (DVB-T2) является современным стандартом системы цифрового телевидения, выбранным для использования многими странами, включая Россию, что делает задачи изучения характеристик DVB-T2 и проектирования соответствующего оборудования актуальными.

В данной работе исследуется вопрос выбора параметров системы DVB-T2 на практике, а так же способ доставки цифрового пакета телевизионных программ до зрителя.

Поэтапно рассмотрим, как выбираются те или иные параметры системы цифрового телевидения в реальных условиях, от чего они зависят.

Для начала необходимо выбрать параметры модуляции сигнала (QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM). Режим модуляции выбирается исходя из бизнес-модели. QPSK и 16QAM выбираются, как правило, для движущихся объектов, 64QAM - для стационарных. Скорость транспортного потока в эфире определяется методом модуляции, что влечет за собой и различное количество программ. Выбор конкретного вида модуляции производится в зависимости от требуемой скорости передачи данных с учетом

избыточности, необходимой для их помехоустойчивого кодирования. Эту избыточность легко оценить, исходя из того, что при помехоустойчивом кодировании в модеме используются коды с различными относительными скоростями, в результате чего скорость цифрового потока после помехоустойчивого кодирования увеличится в число раз, равное единице, деленной на относительную скорость кода. Например, при использовании сверточного кода  $3/4$ , скорость цифрового потока возрастает в  $4/3=1,33$  раза.

Выбрав режим модуляции, приступаем к следующему шагу, к выбору защитного интервала ( $1/32$ ,  $1/16$ ,  $1/8$ ,  $1/4$ ), влияющего на скорость в транспортном потоке.

Защитный интервал необходим в основном для построения одночастотных сетей и выбирается исходя из расстояний между местами размещения передающих станций (ретрансляторов), а также для уменьшения влияния отраженного сигнала. Другими словами длина защитного интервала OFDM-символа выбирается в зависимости от протяженности радиоканала и других параметров сети передачи. Более длинные защитные интервалы требуются в одночастотных вещательных сетях, где сигналы соседних передатчиков могут приходиться в точку приема со значительным запаздыванием относительно основного сигнала.

Режимы OFDM выбираются исходя из размера планируемой сети. На практике режим 2к в системе пригоден для телевизионного вещания одиночным передатчиком и для построения малых одночастотных сетей с ограниченным расстоянием между передатчиками. Режим 8к целесообразно применять в тех случаях, когда необходимо построение больших одночастотных сетей. Режим 32к позволяет планировать общегосударственную одночастотную сеть.

Для выполнения задачи по 100%-му охвату населения страны вещанием цифрового пакета телевизионных программ сеть цифрового наземного вещания должна обеспечить решение следующих задач:

1) Формирование и кодирование цифрового пакета телевизионных и радиопрограмм.

При этом источниками программ для формирования цифрового пакета являются:

- наземные линии связи для программ («Российское телевидение», «Российский информационный канал», Общероссийский телевизионный канал «Культура», Общероссийский телевизионный канал «Спорт», «Радио Россия», «Вести ФМ» и «Маяк»);

- спутниковые приемные станции для приема телевизионных и радиопрограмм, формируемых в Москве.

2) Доставку цифрового пакета телевизионных программ до радиотелевизионных передающих станций с использованием радиорелейных линий связи.

3) Цифровое эфирное вещание по стандарту DVB-T2 с формированием зон обслуживания с заданным уровнем напряженности поля для обеспечения охвата населения цифровым телевидением и в соответствии с принятым частотным планом сети.

4) Контроль и управление работой средств сети цифрового телевидения.

*Библиографический список*

1. Гельгор А.Л., Попов Е.А. Система цифрового телевизионного вещания стандарта DVB-T: Учеб. пособие. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. — 207 с.
2. Зубарев Ю.Б., Кривошеев М.И., Красносельский И.Н. Цифровое телевизионное вещание. Основы, методы, системы.- М: Научно-исследовательский институт радио (НИИР), 2001.- 568с.
3. Карякин В.Л. Цифровое телевидение: учебное пособие для вузов, 2-е издание, переработанное и дополненное/ В.Л. Карякин. – М: СОЛОН-ЭКСПРЕСС, 2013.- 448с.
4. Локшин Б.А. Цифровое вещание: от студии к телезрителю. – М.: Компания САЙРУС СИСТЕМС, 2001 г.
5. Серов А.В. Эфирное цифровое телевидение DVB-T/H. – СПб.: БХВ-Петербург, 2010.- 464 с.: ил.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОЦЕНИВАНИЯ УГЛОВОЙ  
КООРДИНАТЫ ИСТОЧНИКА СИГНАЛА ПРИ ДЕЙСТВИИ  
ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ПОМЕХ**

И.О. Бессонов, В.В. Бочков  
Научный руководитель - Ю.Н. Паршин  
д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Компенсация помех является составной частью большинства алгоритмов оптимальной обработки сигналов [1]. При измерении угловой координаты источника радиоизлучения перспективной является пространственная компенсация помех с использованием малоэлементной антенной решетки (АР). Достоинством антенных решеток с небольшим числом элементов является возможность обеспечения цифрового диаграммообразования и оптимальных алгоритмов пространственной обработки при относительно простой технической реализации. Целью данной работы является оценивание эффективности алгоритма оценивания угловой координаты источника сигнала при воздействии помехи с помощью адаптивной АР с оптимальной пространственной структурой методом вычислительного эксперимента.

Объектом исследования являются алгоритмы измерения угловой координаты источника радиоизлучения, полученные методом максимального правдоподобия [2] для случаев детерминированного, кваидетерминированного и случайного сигналов. Обработка сигнала заключается в формировании луча в направлении на источник сигнала и нулей диаграммы направленности в направлении на источники помех.

Вычислительный эксперимент проведен в среде MATLAB. Программа вычисляет погрешность определения направления прихода сигнала в зависимости от направления прихода помехи или прихода сигнала. Исходными данными является истинное направление прихода сигнала или помехи, число элементов АР, расстояние между ними, отношение сигнал-шум. В программе возможна вариация шага изменения направления прихода помехи или сигнала, а также количество повторов итераций для одного направления. Полученные результаты оценки представлены в виде

зависимости дисперсии от угла прихода помехи или сигнала. Полученные при моделировании результаты согласуются с результатами, полученными расчетным путем при использовании формулы Рао-Крамера для некоторого диапазона значений параметров сигнально-помеховой обстановки [2].

*Библиографический список*

- [1] Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех.–М.: Радиотехника, 2014.– 632 с.
- [2] Паршин Ю.Н., Александров П.А., Бессонов И.О., Бочков В.В. Оптимальное оценивание угловой координаты источника сигнала в малоэлементной антенной решетке с оптимальной пространственной структурой // 24-я Международная Крымская конференция «СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии» (КрыМиКо'2014). Севастополь, 8-13 сентября 2014 г.: Материалы конф. в 2 т. – Севастополь: Вебер, 2014. –1246 с. - Т.2. С. 1175-1176.

**АЛГОРИТМ КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ И ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ АДАПТИВНЫЙ К ДЕЙСТВИЮ АКУСТИЧЕСКИХ ПОМЕХ И ШУМОВ В КАНАЛЕ СВЯЗИ**

В.Т. Дмитриев

Научный руководитель Кириллов С.Н.,  
д.т.н, проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В связи с широким распространением средств передачи мультимедиа информации в настоящее время возникает потребность в более эффективном использовании каналов передачи речевых (РС) и телеметрических сигналов.

Предложен алгоритм адаптивного управления параметрами первичного кодека для модернизируемых и перспективных сетей связи на основе объективного анализа качества сигналов на выходе канала связи.

Работа алгоритма заключается в автоматической оценке восстановленного РС на приемной стороне с помощью алгоритмов объективной оценки качества и принятии решения о выборе одного из известных алгоритмов первичного кодирования и его параметров.

С целью определения правил использования алгоритмов первичного кодирования, проведены исследования качества восстановленного РС на выходе известных кодеков.

В результате экспериментальных исследований показано, что при использовании низкоскоростных кодеков РС в случае вероятности ошибки на символ менее  $10^{-3}$  следует использовать кодек ICELP со скоростью передачи 4,8 кбит/с. Показано, что при повышении вероятности ошибки на символ выше  $10^{-3}$ , при снижении качества речи ниже 4,5 балла, необходимо осуществить переход на большую скорость передачи до 6 кбит/с. При повышении коэффициента ошибок выше  $5 \cdot 10^{-3}$  и снижении качества восстановленного сигнала ниже 4 баллов осуществляется переход на алгоритм кодирования G729a при скорости передачи 8 кбит/с. Это обеспечивает повышение качества восстановленного РС до 4,7 балла при

коэффициенте ошибок  $5 \cdot 10^{-3}$  на символ и дальнейшее снижение до 3 баллов при коэффициенте ошибок  $5 \cdot 10^{-2}$  на символ.

При использовании высокоскоростных и кодеров телеметрических сигналов при вероятности ошибки на символ менее  $5 \cdot 10^{-3}$  следует использовать кодек АДИКМ со скоростью 24 кбит/с, а при повышении вероятности ошибки на символ выше  $5 \cdot 10^{-3}$  возможно использование алгоритма кодирования на основе адаптивной дельта-модуляции (АДМ) при скорости передачи 24 кбит/с. При повышении вероятности ошибки выше  $10^{-2}$  необходимо повысить скорость передачи алгоритма кодирования АДМ до 48 кбит/с.

Также проведены исследования при действии акустических помех на кодеки РС. Показано, что наилучшим образом при воздействии узкополосной помехи ведут себя кодеки ДИКМ и АДИКМ. При действии импульсных помех при скоростях передачи ниже 32 кбит/с наибольшей помехоустойчивостью обладает кодек АДМ, а при скоростях передачи выше 32 кбит/с – кодек АДИКМ.

Таким образом, предложен алгоритм кодирования РС, адаптивный к действию акустических помех и шумов в канале связи.

## **ПРОЦЕДУРА МОНТАЖА ЕДИНОГО НОСИТЕЛЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

С.В. Зорин, П.С. Писака  
Научный руководитель – Кириллов С.Н.  
д.т.н, проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет,  
Филиал ОАО «Ракетно-космический центр «Прогресс» - Особое  
конструкторское бюро «Спектр»**

Задача монтажа единого носителя информации заключается в повышении качества телеметрической информации (ТМИ) бортовой системы телеметрических измерений (БСТИ), принятой различными малогабаритными приемно-регистрирующими станциями (МПРС) от антенно-фидерных устройств, различающихся поляризацией, типом, географическим расположением и др. Повышение качества ТМИ должно осуществляться на основе априорных сведений о структуре и взаимного анализа ТМИ, принятой различными станциями МПРС.

Решение поставленной задачи предполагает выполнение следующей процедуры:

1. Восстановление структуры файлов ТМИ.
2. Взаимная привязка монтируемых файлов.
3. Оценка качества структурных блоков ТМИ.
4. Выбор ТМИ с лучшими характеристиками из зарегистрированных станциями МПРС файлов.

Модель процесса реализации процедуры монтажа единого носителя представлена на рис.1.

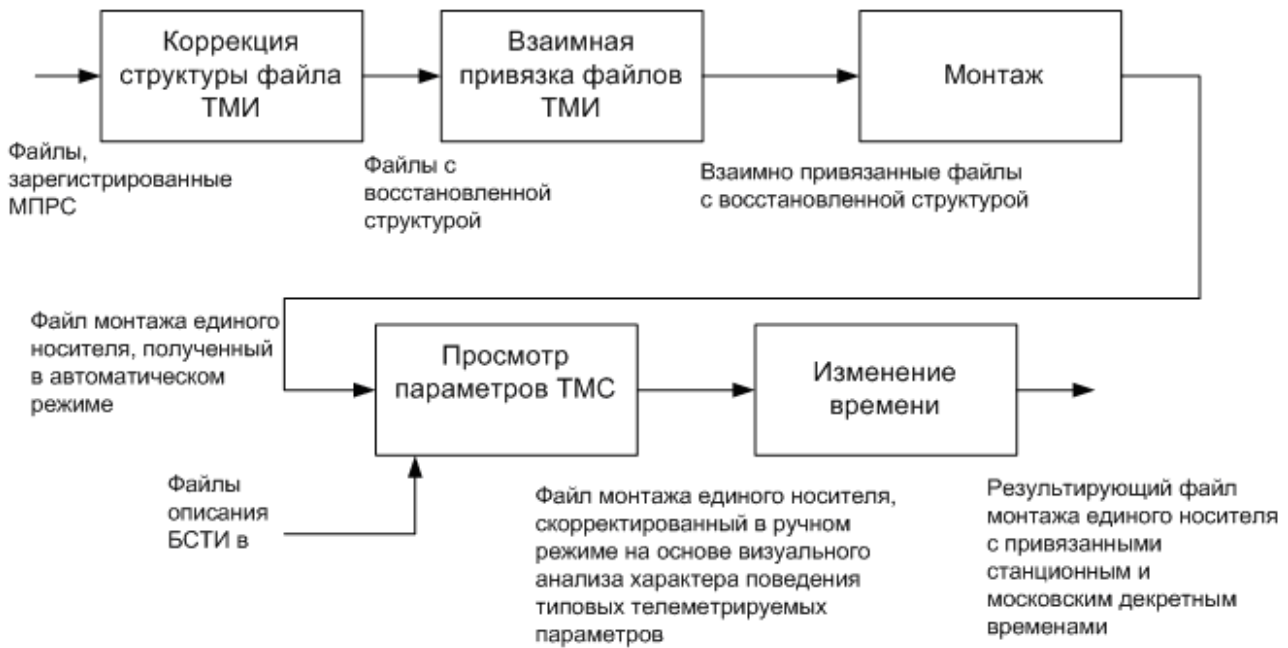


Рис.1 – Модель процесса реализации процедуры монтажа единого носителя

В соответствии с рисунком 1, зарегистрированные МПРС файлы подвергаются коррекции структуры, которая подразумевает сбор «разбитых» кадров, удаление «лишних» кадров, синхронизацию станционного и бортового времени.

Взаимная привязка файлов ТМИ выполняется на основе файлов с восстановленной структурой ТМИ таким образом, чтобы в блоках файлов с одним и тем же значением станционного времени содержалась одна и та же передаваемая через эфир ТМИ.

Входными данными для монтажа являются взаимно-привязанные файлы с восстановленной структурой. При этом предполагается, что формирование файла монтажа единого носителя в автоматическом режиме осуществляют на основе некоторого решающего правила.

Просмотр параметров телеметрической системы предполагает визуальный контроль качества полученного файла монтажа единого носителя за счет просмотра графика поведения любого из телеметрических параметров. При наличии субъективной оценки о недостаточности качества монтажа на отдельных интервалах времени, необходима «ручная» замена информации этого интервала времени информацией любого из исходных файлов.

«Изменение времени» заключается во внесении в результирующий файл монтажа единого носителя поправок по станционному и московскому декретному временам.

Обработка на каждом из этапов предполагает введение ограничений, обусловленных особенностями структуры распространения и приема ТМИ, а также критериев качества, согласно которым будет осуществляться оценка результатов обработки.

Предложенная процедура монтажа единого носителя была реализована и успешно используется в настоящее время в ряде разработок филиала ОАО «Ракетно-космический центр «Прогресс» - Особое конструкторское бюро

«Спектр» и показала свою эффективность при обработке ТМИ изделий ракетно-космической техники.

## **СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАРАНТИРОВАННОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ СБОРА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ**

А.В. Погасий

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

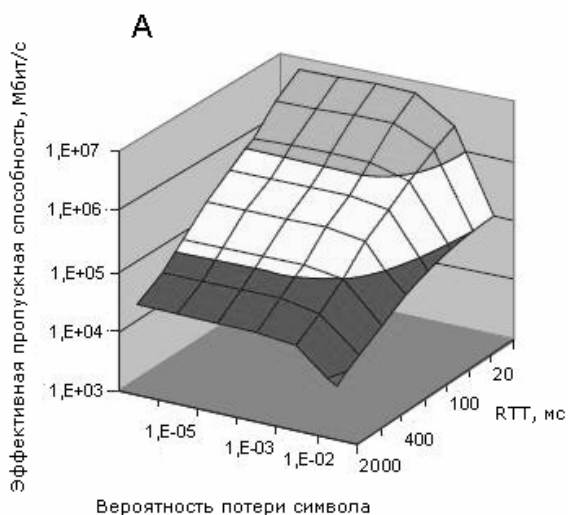
д.т.н, проф

**Филиал ОАО «РКЦ «Прогресс» - ОКБ «Спектр»**

Рассматривается проблема гарантированной передачи данных в космических системах. Телекоммуникационный протокол TCP, предназначенный для гарантированной передачи данных, изначально создавался для передачи данных в компьютерных системах земного базирования, поэтому при переносе его в космические системы возникают проблемы применения, связанные с передачей данных на дальние расстояния и повышенной вероятностью искажения информации.

В рекомендациях International Telecommunication Union [1] приведена математическая модель эффективной пропускной способности протокола, а также полученные с ее помощью конкретные оценки для эффективной пропускной способности передачи данных по каналу связи с физической пропускной способностью 10 Мбит/с (см. рис.1, график А), общий вид графика для других пропускных способностей подобен приведённому.

Зависимость эффективной пропускной способности канала от RTT и вероятности потери символа для протокола TCP



Зависимость эффективной пропускной способности канала от RTT и вероятности потери символа для предлагаемого протокола

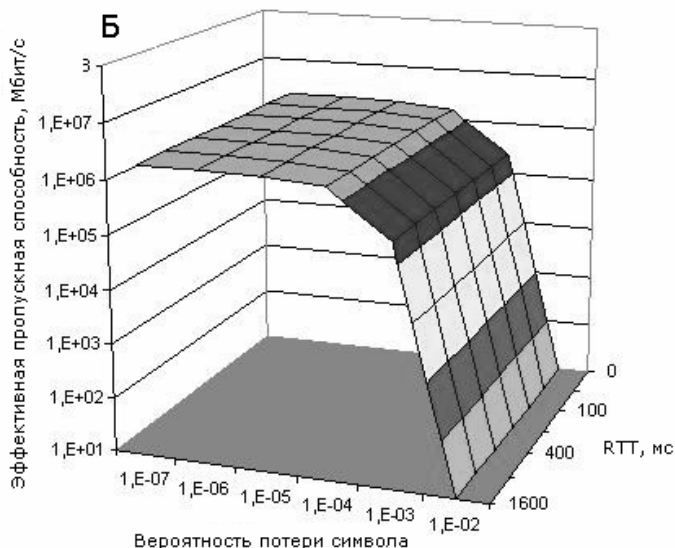


Рис.1. Зависимость эффективной пропускной способности канала от RTT и вероятности потери символа для протокола TCP и предлагаемого протокола гарантированной передачи

Как следует из математической модели, подтвержденной практическим опытом применения протокола TCP в телекоммуникационных системах сбора телеметрической информации, основным фактором, отрицательно



влияющим на эффективную пропускную способность, является RTT – общее время передачи блока данных и получения квитанции. Эффективная пропускная способность обратно пропорциональна значению RTT. Передача информации в космических системах характеризуется повышенными расстояниями между приёмником и передатчиком, так для случая передачи данных через один спутник-ретранслятор на геостационарной орбите  $RTT \approx 0,54$  с. Как видно из графика А, эффективная пропускная способность при этом снижается на 1-2 порядка. Проблема обостряется с увеличением потенциальной пропускной способности канала передачи данных. Так для канала связи с физической пропускной способностью 10 Мб/с потери составляют два порядка, а для 100 Мбит/с 2-3 порядка. Чем выше пропускная способность, тем серьезнее сказывается проблема компенсации потерь, связанных с искажением символа. Если для канала 10 Мбит/с вероятности потери символа не существенны до значения  $10^{-2}$ , при котором начинается резкое снижение эффективной пропускной способности, то для канала 100 Мбит/с критичны вероятности потери символа, начиная с  $10^{-4}$ .

Предлагаемый протокол видоизменяет механизм квитирования, перераспределяя роли между приёмником и передатчиком. Для протокола TCP характерно ожидание квитанции, оповещающей о результате передачи блока данных. В предлагаемом способе механизм подтверждения заменяется на механизм запросов повтора передачи потерянных или сбойных пакетов. Организуется механизм сеанса, который оповещает приёмную сторону об основных параметрах передачи, таких как объём передаваемой информации и количество блоков. Контролируются номера поступающих пакетов, что позволяет следить за очередностью и своевременностью приёма.

Эффективность предлагаемого подхода обеспечивается максимальной загрузкой канала передачи. В предлагаемом способе пакеты выдаются в сеть непрерывно, устраняя простой, характерный для механизма квитирования, принятого в протоколе TCP. На графике Б (см. рис.1) приводится зависимость эффективной пропускной способности, из которого видно, что значение RTT перестаёт оказывать влияние на передачу данных, и для вероятности потери меньшей  $10^{-4}$  эффективная пропускная способность приближается к физической пропускной способности канала.

Таким образом, повышение эффективности гарантированной передачи данных достигается путём устранения зависимости от основного негативного фактора (RTT). Дальнейшему исследованию подлежит влияние размера блока передаваемых данных на эффективную пропускную способность для каналов с различными физическими пропускными способностями.

#### *Библиографический список*

1. Telecommunication standardization sector of International Telecommunication Union. Y/1541, 12.2011. Series Y: Global information infrastructure, Internet protocol aspects and next-generation networks.

Internet protocol aspects – Quality of service and network performance.  
Network performance objectives for-based services – С. 43-46.

## **ПАССИВНАЯ СИСТЕМА ВИДЕОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ МЕСТНОСТИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ КАРТЫ**

В.М. Бердников, Э.В. Акопов

Научный руководитель - Кириллов С.Н.

д.т.н, проф

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Перспективность применения пассивных систем видеопозиционирования и видеонавигации в городской местности определяется такими преимуществами как автономность, малозаметность, невысокая стоимость по сравнению с использованием радиолокационных и лазерных систем, а также возможностью совмещения функции навигации с другими функциями видеокамер (ВК) [1,2].

Цель работы: разработка алгоритмов определения местоположения объектов в урбанизированной местности, использующих изображения окружающей среды и цифровую карту (ЦК), при возможности применения данных об ориентации ВК для увеличения точности и надежности позиционирования.

Работа системы видеопозиционирования, использующей ЦК включает следующие этапы:

- получение исходных данных;
- предварительная обработка изображений;
- определение местоположения объекта с использованием ЦК.

В качестве исходных данных для системы используются изображения, полученные из нескольких ВК. При этом для повышения точности и надежности позиционирования возможно использование информации о ориентации объективов ВК (азимут и угол места).

Предварительная обработка изображений урбанизированной местности заключается в выделении контуров зданий на фоне (рисунок 1, а), с последующим построением одномерных сигнатур контуров рельефа застройки (СКРЗ), использование которых позволяет снизить вычислительные затраты при определении местоположения объекта (рис.1, б).

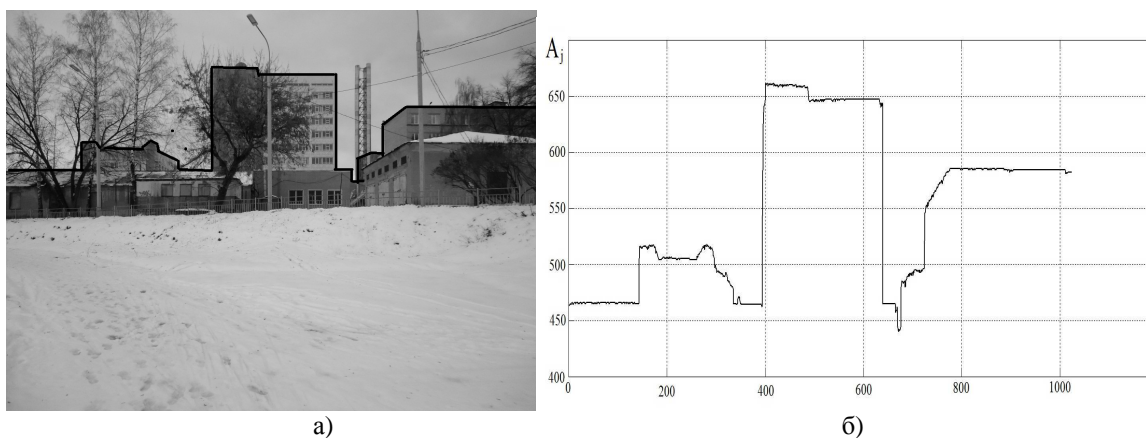


Рис.1 – Пример выделения контуров рельефа застройки

Выделение СКРЗ включает:

□ бинаризацию исходных изображений, которая производится с целью детектирования пикселей фона как наиболее светлых;

□ устранение мешающих объектов (МО), под которыми понимаются различные объекты местности, не представленные на ЦК (столбы, провода, деревья и т.д.). Устранение МО производится на основе предположения, что области бинаризованного изображения соответствующие МО имеют наименьшие угловые размеры.

На этапе определение местоположение объекта для всех значений координат из области неопределенности  $D$  с некоторым шагом  $\Delta$  формируются эталонных СКРЗ при использовании ЦК урбанизированной местности и данных о направлении объектива (при их наличии) на основе перспективной модели [3]. В каждой точке вычисляется целевая функция  $f(x, y)$ , имеющая смысл меры различия между фактическими и эталонными контурами. В процессе работы алгоритма вычисляются глобальные координаты минимума целевой функции  $(\hat{x}_\phi, \hat{y}_\phi)$ , которые принимаются в качестве оценки позиции объекта.

В ходе экспериментального исследования точности алгоритма видеопозиционирования, использующего данные об ориентации ВК при заданных значениях ошибки определения углов (по азимуту  $\Delta\alpha=1^\circ$ , по углу места  $\Delta\theta=2^\circ$ ), получены следующие результаты:

- потенциальная точность позиционирования, составляет 2,51 м (определялась при использовании изображений заранее обработанных при помощи графического редактора);

- фактическая точность 4,82 м (определялась при использовании алгоритма выделения СКРЗ), что объясняется неточностью работы алгоритма на этапе предварительной обработки изображений.

При этом использовались три ВК, с углами обзора в горизонтальной и вертикально плоскости соответственно  $d\alpha=60^\circ$  и  $d\theta=40^\circ$ , разрешением  $M \times N = 320 \times 240$ .

Результаты исследования точности алгоритма видеопозиционирования не использующего данные об ориентации (использовалось шесть ВК):

- потенциальная точность, составляет 4,37 м;
- фактическая точность 8,82 м.

Показано, что использование данных об ориентации ВК приводит к увеличению точности позиционирования примерно на 70%.

### *Библиографический список*

1. F. Bonin-Font, A. Ortiz, G. Oliver Visual Navigation for Mobile Robots: a Survey Department of Mathematics and Computer Science – University of the Balearic Islands, Palma de Mallorca, Spain, 2006 – 25 p.

2. С.Н. Кириллов, В.М. Бердников, Э.В. Акопов Алгоритм видеопозиционирования объектов в городской местности на основе цифровой карты – Вестник РГРТУ, №1 (Выпуск 47), Рязань, 2014 – 3-9 с.

3. Д. Форсайт, Ж. Понс Компьютерное зрение. Современный подход – М.: Вильямс, 2004 – 925 с.

## ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ЛИНЕЙНОГО ПРЕДСКАЗАНИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Д.И. Лукьянов

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Важным каналом телекоммуникаций является речевое сообщение (РС), которое несет в себе большой объем информации, в том числе о психоэмоциональном состоянии (ПЭС) человека [1]. Такую информацию человек способен получить посредством невербального общения, читая мимику и жесты, а в случае удаленного общения, анализируя РС на выходе телефонного тракта.

В этой ситуации важно осуществить распознавание косвенной информации, содержащейся в речи, благодаря которой можно ПЭС человека. В результате можно сделать выводы о правдоподобности полученной речевой информации или о влиянии на человека наркотических или иных средств.

Предлагается использовать для оценки ПЭС коэффициенты линейного предсказания РС. Эти коэффициенты позволяют с заданной точностью описать исходный РС в виде 
$$\hat{s}(i) = \sum_{k=1}^N a_k s(i-k),$$

где  $s(i)$  – анализируемый цифровой сигнал,  $a_k$  – коэффициенты линейного предсказания,  $N$  – количество отсчетов сигнала.

Кроме самих коэффициентов линейного предсказания также используются другие коэффициенты, позволяющие оценить ПЭС человека. Для исследования были выбраны следующие представления: коэффициенты на основе автокорреляционного метода, коэффициенты на основе авторегрессионного метода, коэффициенты площади, логарифмические коэффициенты площади, кепстральные коэффициенты, импульсная характеристика прямого фильтра, коэффициенты отражения, автокорреляционные коэффициенты обратного фильтра.

В качестве испытуемых участвовали 10 дикторов, каждый из которых в естественной обстановке произносил по 3 фразы в следующих ПЭС: радость, ликование, боязнь, страх, возмущение, гнев, наслаждение, блаженство. Все дикторы произносили эмоциональные фразы под действием внешних стимуляторов, таких как музыка, диалог, шум и т.п.

В результате исследований установлено, что наибольшей информативностью для определения ПЭС обладают коэффициенты на основе автокорреляционного метода и импульсная характеристика прямого фильтра. При использовании этих коэффициентов в модели классификации ПЭС коэффициент корреляции составил 0,76.

### *Библиографический список*

1. Ильин Е.П. Эмоции и чувства. – СПб: Питер, 2001. – 752 с: ил. – (Серия «Мастера психологии»).

## РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА УСТРАНЕНИЯ ДРОЖАНИЯ КАМЕРЫ В ПРОЦЕССЕ КОДИРОВАНИЯ ВИДЕОДАННЫХ

И.В. Косткин, П.И. Манзадей

Научный руководитель - Кириллов С.Н.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время все большее применение находят видеокамеры мобильных аппаратов, что связано со значительным улучшением качества получаемых с них данных. При этом возникает проблема свойственная как профессиональным, так и любительским устройствам записи – дрожание камеры во время видеосъемки.

Для устранения дрожания видеокамеры применяются следующие подходы: механическая фиксация камеры во время съемки, аппаратная стабилизация на основе системы акселерометров отслеживающих и компенсирующих дрожания, а также программное устранение дрожание камеры [1]. Учитывая то, что мобильные устройства съемки обладают малыми размерами для них невозможно использовать механическую фиксацию в движении и методы аппаратной стабилизации. Поэтому для решения данной проблемы, можно применить только программные методы устранения дрожания, которые в свою очередь обладают существенным недостатком – высокими вычислительными затратами. Соответственно использование их возможно только перед или сжатием видеоинформации в кодеке.

Предлагаемый алгоритм устранения дрожания камеры основан на использовании информации применяемой для сжатия видеоданных в видео кодеке с учетом математической модели взаимного перемещения камеры и сцены [2]. Структурная схема предлагаемого алгоритма приведена на рисунке 1.

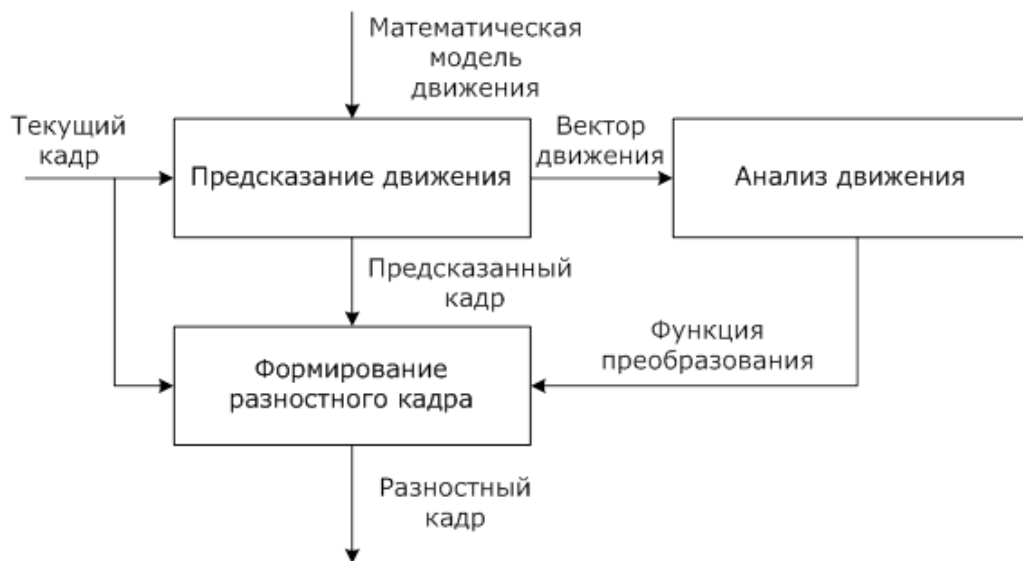


Рис.1 – Структурная схема алгоритма устранения дрожания камеры

Данный алгоритм реализуется внутри кодека при формировании предсказания опорного кадра, по которому, используя информацию о

векторе движения, выявляется смещение камеры в результате дрожания и соответствующая ей необходимая функция преобразования, что позволяет устранить вычислительные затраты алгоритма устранения дрожания на выявление искажающей функции.

Применение предложенного алгоритма, позволяет значительно уменьшить влияние эффекта дрожания камеры в процессе съемки, при этом повышая качество визуального восприятия с 3 до 4 баллов.

### Библиографический список

1. Д. Форсайт, Ж. Понс Компьютерное зрение. Современный подход – М.: Вильямс, 2004 – 925 с.
2. Кириллов С.Н Косткин И.В. Пушкин В.А. Алгоритм предсказания видеопоследовательности на основе метода бисекций / Вестник РГРТУ 2013 (выпуск 46) №4 часть 1 С38-41 С.2–4.

## ПРОЦЕДУРА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА РАСШИРЯЮЩИХ КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ АДАПТАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ К ДЕЙСТВИЮ УЗКОПОЛОСНЫХ ПОМЕХ

П.С. Покровский, А.А. Лисничук  
Научный руководитель – С.Н. Кириллов С.Н.,  
д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

На сегодняшний день в радиоканалах телекоммуникационных систем передачи информации (ТСПИ) действует значительное количество помех. В связи с этим, актуальна задача разработки программно-управляемой адаптивной к изменениям помеховой обстановки радиолинии. Как известно [1], наиболее чувствительным к мешающим факторам в современных телекоммуникационных системах является контур синхронизации. В данных условиях в процессе адаптации к действию узкополосных помех особое внимание необходимо уделять стабилизации свойств синтезируемых радиосигналов, используемых при работе систем синхронизации.

Для решения поставленной задачи показано, что сигналы, сформированные методом прямого расширения спектра, возможно представить в виде совокупности элементов канального алфавита  $s_{r(i)}$ , каждый из которых описывается в виде свертки соответствующей расширяющей кодовой последовательности (КП)  $D_{r(i)}$  с элементарным импульсом  $p_{r(i)}(t)$ , то есть:

$$A(t) = \sum_{i=1}^{N_s} s_{r(i)}(t - iT_S) = \sum_{i=1}^{N_s} \left( \sum_{j=1}^n \left[ D_{r(i)}(j) \cdot p_{r(i)} \left( t - iT_S - j \frac{T_S}{n} \right) \right] \right),$$

$$p_{r(i)}(t) = 0, \text{ при } t \leq 0, \quad t \geq T_S / n.$$

Здесь  $r(i)$  – процедура кодирования,  $N_s$  – количество информационных символов,  $T_s$  – символьный интервал,  $n$  – количество элементов  $D_{r(i)}(j)$  расширяющей кодовой последовательности.

На основе данного общего представления предложены схемы программно-управляемых устройств формирования и обработки, которые позволяют за счет соответствующего синтеза КП осуществить адаптацию ТСПИ к текущей помеховой радиообстановке. В алгоритме синтеза КП обосновано применение комбинированного [2] критерия качества, первое слагаемое которого отвечает за максимизацию пропускной способности радиоканала передачи информации в условиях действия узкополосной помехи в виде аддитивного «небелого» гауссовского шума [3], второе – за различимость сигналов ТСПИ на фоне «белого» гауссовского шума [4], третье – за различимость сигналов при погрешностях работы системы синхронизации (в пределах 10%), четвертое – за уменьшение вероятности ошибочного срабатывания синхронизации:

$$\min_s \left[ c_1 M_1 d_2(G_{opt}, G_s) + (c_2 M_2 / \langle d_2(s_k, s_l) \rangle) + c_3 M_3 \langle V(s_k, s_l) \rangle + c_4 M_4 \langle K(s_k, s_l) \rangle \right],$$

$$\sum_{i=1}^4 c_i = 1; \quad M_i, c_i > 0; \quad M_i, c_i = const; \quad s_k, s_l \in S; \quad k, l = \overline{1, m}; \quad S \in \Theta;$$

где  $c_i$  – параметры, определяющие вес каждого входящего показателя качества;  $M_i$  – нормирующие коэффициенты, приводящие отдельные слагаемые к общему динамическому диапазону;  $d_2(\cdot)$  – расстояние в евклидовой метрике;  $G_{opt}$  – эталонный нормированный спектр канального алфавита,  $G_s$  – нормированный спектр оптимизируемого канального алфавита;  $\langle d_2(s_k, s_l) \rangle$  – среднеарифметическое из всех возможных попарных расстояний между элементами канального алфавита  $(s_k, s_l)$ , измеренных в евклидовой метрике;  $\langle V(s_k, s_l) \rangle$  – среднеарифметическое сумм модулей (в 10% центральной полосе) взаимнокорреляционных функций элементов канального алфавита;  $\langle K(s_k, s_l) \rangle$  – среднеарифметическое сумм модулей боковых лепестков автокорреляционных функций элементов канального алфавита;  $m$  – объем канального алфавита;  $\Theta$  – класс функций, в пределах которого происходит определение оптимального канального алфавита.

Для предотвращения попадания в локальный экстремум обосновано применение двухэтапной процедуры оптимизации: на первом этапе определяется, при помощи генетического алгоритма, область глобального минимума; на втором этапе – используется метод покоординатного спуска.

Методом имитационного моделирования показано, что при наличии узкополосной помехи (ширина спектра составляла 10 % от ширины спектра полезного сигнала, расположение на нулевой нормированной частоте, отношение сигнал-помеха – -3 дБ) разработанный алгоритм адаптации радиосигналов ТСПИ обеспечивает выигрыш в помехоустойчивости при вероятности битовой ошибки  $P_o = 10^{-3}$  до 2 дБ по сравнению с использованием сигнала на основе случайной расширяющей

КП. При этом синтезированные сигналы обладают стабильными свойствами, необходимыми для работы систем синхронизации.

### *Библиографический список*

1. Варакин Л.Е. Системы связи с шумоподобными сигналами. — М.: Радио и связь, 1985. — 384 с.
2. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств. — М.: Сов. радио, 1975. — 368 с.
3. Шеннон К. Работы по теории информации и кибернетике. — М.: Издательство иностранной литературы, 1963. — 832 с.
4. Ямпольский Э.М. Вариационные принципы согласования сигналов с каналом связи. — М.: Радио и связь, 1987. — 136 с.

## **АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МНОГОПороГОВОГО ДЕКОДЕРА**

Д.А. Шевляков

Научный руководитель - Овечкин Г.В.

д.т.н, доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Любая современная система передачи данных имеет в своем составе устройства для кодирования и декодирования помехоустойчивых кодов, позволяющие исправлять ошибки в принятых из канала данных. За счет применения помехоустойчивых кодов также можно увеличивать дальность связи, уменьшать мощность передатчика и размеры антенн, экономить используемую полосу частот, увеличивать скорость передачи данных. Поэтому важность применения помехоустойчивого кодирования невозможно переоценить [1].

В настоящее время одним из лучших по соотношению эффективности и сложности реализации является метод многопорогового декодирования (МПД), использующийся для декодирования как блочных, так и сверточных самоортогональных кодов (СОК), кодер для которых является простейшим устройством, состоящим только из регистров сдвига и сумматоров по модулю 2 [2]. Достаточно простым является и сам МПД, речь о котором пойдет в докладе.

В процессе передачи информация сначала кодируется, потом поступает на вход модулятора, затем передается по каналу связи, в котором под действием помех искажается, а после чего подается на вход демодулятора. После демодуляции полученные логарифмы отношения правдоподобия (LLR), являющиеся вещественными числами, квантуются по уровню и поступают на вход МПД, в котором выполняется исправление ошибок. Отметим, что из-за квантования LLR наблюдаются некоторые потери в энергетической эффективности, которые могут достигать нескольких десятых долей дБ. Для того, чтобы избежать данных потерь, можно отказаться от квантования и подавать на МПД вещественные LLR. Но в этом случае необходимо выполнить процедуру оптимизации параметров МПД для минимизации вероятности ошибки декодирования. При этом изменяемыми параметрами являются весовые и пороговые коэффициенты,



которые в этом случае тоже могут быть вещественными. Однако известные алгоритмы оптимизации параметров МПД предназначены для настройки только целых значений порогов и весовых коэффициентов. Поэтому их нужно адаптировать к изменившимся условиям оптимизации.

В докладе рассматривается разработанный алгоритм оптимизации параметров МПД при вещественных значениях порогов и весовых коэффициентов и получены результаты исследования предложенного алгоритма. Результаты моделирования получены при работе МПД в канале с аддитивным белым гауссовским шумом (АБГШ), и использовании модуляций типа QPSK и QAM16, где на вход декодера поступали как квантованные решения демодулятора, так и вещественные LLR. Эффективность данных вариантов сравнивалась по обеспечиваемой вероятности битовой ошибки.

Полученные результаты показали, что правильная настройка параметров МПД и использование неквантованных решений демодулятора позволяет добиться улучшения характеристик на несколько десятых дБ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №14-07-00824) и гранта Президента РФ (грант МД-639.2014.9).

#### *Библиографический список*

1. Овечкин Г.В., Шевляков Д.А. Эффективность многопороговых методов коррекции ошибок в каналах связи с замираниями // Успехи современной радиоэлектроники: Радиотехника – Москва, 2014 – №6 – С. 37-43.

2. Золотарев В.В, Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. Многопороговые декодеры и оптимизационная теория кодирования. – М.: Горячая Линия - Телеком, 2012. 239 с.

### **МНОГОПороГОВЫЕ ДЕКОДЕРЫ ДЛЯ ГАУССОВСКИХ КАНАЛОВ**

В. Т. Као

Научный руководитель – Овечкин Г.В.

д.т.н., доц.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Теория помехоустойчивого кодирования предлагает большой выбор соответствующих кодов и методов их декодирования [1], характеризующихся высокой эффективностью. К сожалению, многие методы декодирования очень трудно обобщить на случай использования мягких решения. Поэтому при переходе к работе в гауссовских каналах часто применяют методы декодирования, использующие при работе декодеры жестких решений и следовательно, обладающие невысокой эффективностью. В отличие от этих методов декодирования, многопороговый декодер можно легко сообщить для работы с мягкими решениями демодулятора [2]. В этом случае пороговый элемент суммирует проверки с некоторыми коэффициентами, в частности, при работе с квантованными на несколько уровней решениями мягкого модема (т.е при работе в гауссовских каналах), дополнительные выходные биты которого

определяют надежность выносимого им решения. Это позволяет повысить эффективность декодирования на 1,4...1,7 дБ.

В докладе рассматриваются некоторые способы определения коэффициентов, отражающих надежности, с которыми проверки суммируются в пороговом элементе, и представлены полученные с помощью разработанных программных средств характеристики. Данные надежности могут быть определены тремя способами:

- надежность для проверки определяется соответствующей надежностью проверочного символа, принятого из канала;

- надежность для проверки определяется минимальной надежностью символов, участвующих в ее образовании, т.е. минимальной надежностью среди информационных символов, местоположение которых зависит от используемого кода и проверочного символа;

- надежность для проверки определяется вторым способом, за исключением того, что при определении минимальной надежности не учитывается надежность декодируемого информационного символа.

Представленные характеристики многопорогового декодера при применении отдельных способов и всех способов на разных итерациях декодирования позволяют сделать выводы:

- при использовании только одного способа определения надежности из перечисленных удастся повысить эффективность декодирования примерно на 1 дБ;

- большей эффективностью декодирования (до 1,7 дБ) будет обладать декодер, использующий все три способа определения надежности проверок на разных итерациях.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №14-07-00824) и гранта Президента РФ (грант МД-639.2014.9).

#### *Библиографический список*

1. Золотарев В. В., Овечкин Г. В. Помехоустойчивое кодирование. Методы и алгоритмы: Справочник/ Под. ред. чл.-кор. РАН Ю. Б. Зубарева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2004. – 126с.

2. Золотарёв В.В., Зубарев Ю.Б., Овечкин Г.В. Многопороговые декодеры и оптимизационная теория кодирования. – М.: Горячая линия – Телеком, 2012. 239 с.

---

**Секция 5**  
**Информационные ресурсы и Internet-технологии**

---

**ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ЯЗЫКА ОБЩЕНИЯ СТУДЕНТОВ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ**

М.М. Скворцов

Научный руководитель – Виликотская Л.А.

к.ф.н., доц.

**Рязанский институт (филиал) Московского Государственного  
Университета Машиностроения**

Мировая информационная сеть Интернет прочно вошла в жизнь современного человека и общества. Причём, она используется во всех областях человеческой деятельности. Поэтому не лишено смысла сравнение её значения с очередной научно-технической революцией. В авангарде пользователей глобальной сети такая социальная группа, как студенты. Учебная и научная работа при изучении всех дисциплин, общение и развлечения сегодня не обходятся без данного вида электронных ресурсов.

Проведенный анализ показал, что к наиболее существенным функциям естественных языков (в том числе русского) относятся: коммуникативная (функция общения) - реализуется в обмене информацией между людьми; когнитивная (познавательная функция) - заключается в использовании языковых выражений для обработки и хранения знаний в памяти индивида и общества, для формирования картины мира; эмоциональная (функция формирования личности) - заключается в использовании языковых конструкций для выражения эмоций, чувств, настроений и к предмету общения; директивная (функция воздействия) - заключается в направляющем, воспитательном, формирующем личность влиянии говорящего на адресата [2]. Электронные технологии создали не только уникальную сферу коммуникации, но и абсолютно новую форму бытования языка, которая не покрывается известными представлениями об особенностях устной и письменной речи. Всего лишь 5% от общего количества существующих сегодня на Земле языков используются в кибернетическом пространстве. Преобладающим языком Интернета является английский (54,9 %). Второе место занимает русский язык (6,1%) [1]. Именно с его помощью строится общение большинства студентов в российском сегменте мировой паутины.

Проведённое исследование показало: русский язык как средство общения студенческой молодёжи (и других групп населения) в Интернете претерпел довольно серьёзные изменения. Среди них можно выделить следующие положительные изменения:

- интенсивное развитие словообразования. С помощью заимствований появляются, например, такие слова: кликнуть, флудить, GIF-анимация, браузер и др. Многие из этих слов быстро приживаются в нашем словарном запасе и обретают большую популярность среди молодежи. Многие сайты являются виновниками большого количества новых слов в нашей повседневной речи. Взять, например, термин «загуглить» (to google), означающий процесс поиска чего-либо. Или слово

«лайкать» (like), используемое в социальной сети Facebook для отметки понравившегося объявления или комментария;

- появление новых способов сделать письменную разговорную речь (новый вид речи!) выразительной. Например, всем известные смайлы (от англ. smile - «улыбка») – краткое изображение человеческих эмоций на письме с помощью знаков пунктуации и специальных символов. Смайлы широко применяются для оживления виртуального общения - на онлайн-конференциях, в чатах, на форумах и блогах. На таких ресурсах обозначения смайлов обычно автоматически заменяются стилизованными графическими изображениями улыбающегося человеческого лица в виде желтого круга с двумя чёрными точками, представляющими глаза, и чёрной дугой, символизирующей рот. Таким образом, можно говорить о том, что Интернет служит своего рода площадкой для языкового творчества молодёжи [3].

Однако не могут не тревожить более значительные негативные последствия влияния Интернета на русский язык. Чаще всего встречается на просторах глобальной сети яростная порча орфографии. Это популярные в сети слова и выражения, такие как «превед», «вопросег», «афтар жжот» и другие, а также всевозможные сокращения русских слов, такие как «прив», «норм» и т.д.

Поскольку авторы посланий хотят как можно быстрее написать свое сообщение, комментарий, очень часто пропускаются запятые, используются сокращения вроде «ща, че, как-нить» и др. Вечная спешка куда-то, желание оказаться первым, опередить других обуславливают эти и некоторые другие искажения языка. Если бы это были эпизодические случаи, можно было «закрывать глаза». Но ситуация усугубляется тем, что неграмотность одного человека, как цепная реакция, порождает неграмотность другого. Как известно, одним из принципов общения в киберпространстве является анонимность. Отсюда небольшой риск разоблачения и негативной оценки. Поэтому свобода собеседников в выборе речевых конструкций весьма значительна [2].

Другим негативным последствием влияния Интернета на русский язык является засорение его иностранными словами. Мало того, они перебираются из «мировой паутины» в обычный разговорный язык (к примеру, модные ныне в кругу студенчества слова «няшка», «френды» и др.). К тому же происходит потеря красоты и стиля языка, заметное уменьшение запаса активной лексики. Обеднение речи обуславливает и менее развитое мышление [3]. А ведь по логике вещей, юноши и девушки, обучающиеся в вузах, должны быть носителями высокой культуры, в том числе языковой. Мы должны обходиться с русским языком, как с национальным богатством - хранить и приумножать.

#### *Библиографический список*

1. Сайт «Википедия - Свободная энциклопедия» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.wikipedia.org>, свободный. – Загл. с экрана.

2. Сайт «Цифровая библиотека по философии» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: [http://www. filosof.historic.ru](http://www.filosof.historic.ru), свободный.- Загл. с экрана.

3. Виноградова, Т.Ю. Специфика общения в Интернете [Текст] / Т.Ю.Виноградова // Русская и сопоставительная филология: Лингвокультурологический аспект. - 2011. - №11. - С. 63-67.

## **ОПЕРАТИВНАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ ДЕШИФРАЦИИ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЕМКИ**

А.В. Соколова

Научные руководители — Никифоров М.Б.  
к.т.н., доцент, директор НОЦ «Специальные ЭВМ»;  
Акинин М.В.

аспирант кафедры «Космические технологии»

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Одной из основных тенденций развития современных систем картографирования и оперативного мониторинга состояния окружающей среды является применения беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для получения данных аэрофотосъемки и оперативной их дешифрации. Алгоритм оперативной дешифрации данных аэрофотосъемки является многостадийным и включает в себя этап сегментации кадров аэрофотосъемки и этап классификации объектов, выделенных на кадрах [1]. Таким образом, время и качество сегментации оказывают критическое влияние на временные показатели и показатели качества выполнения дешифрации.

Сегментация заключается в выделении на изображении однородных по некоторым признакам областей. Процесс сегментации должен быть оперативным, т. е. сегментация должна быть проведена за минимальное время. Кроме того, сегментация должна быть приемлемой по качеству, а именно:

- между классами образов, выделенных с помощью алгоритма сегментации, и классами объектов, присутствующих на кадре аэрофотосъемки, должно быть установлено взаимное однозначное соответствие;

- образам, выделенным с помощью алгоритма сегментации, должны быть поставлены в однозначное соответствие объекты, присутствующие на кадре аэрофотосъемки.

Существует несколько подходов к сегментации изображений:

- 1) сегментация с помощью порогового преобразования;
- 2) сегментация по водоразделам;
- 3) сегментация методом k-средних (k-means);
- 4) сегментация с применением нейронной карты Кохонена.

Для достижения наилучшего качества сегментации был разработан комплексный алгоритм, состоящий из следующих этапов:

- 1) пороговое преобразование, с помощью которого на кадре аэрофотосъемки выделяется небо и исключается из дальнейшей сегментации;

- 2) применение алгоритма k-means.

Основная идея k-means заключается в том, что на каждой итерации вычисляется центральный вектор для каждого класса, полученного на предыдущем шаге, затем векторы вновь перераспределяются на классы вновь в соответствии с тем, какой из новых центров оказался ближе по выбранной метрике. Алгоритм завершается, когда на какой-то итерации не происходит изменения кластеров.

В процессе выполнения сегментации возникают проблемы с выделением кластеров рядом с линией горизонта. Для более точного выделения областей необходимо разбить изображение на окна и производить сегментацию в каждом окне отдельно.

Альтернативой предложенному алгоритму является алгоритм, основанный на применении многомерной нейронной карты Кохонена [2] ((англ.) self-organized map, SOM). Этот алгоритм позволяет снизить временные затраты на выполнение сегментации по сравнению с предыдущим алгоритмом за счет устранения этапа порогового преобразования, а также за счет особенностей процесса поиска центров классов.

Нейронная карта Кохонена выполняет разбиение исходного векторного пространства на набор классов. Нейронная карта представляет собой сеть нейронов, связанных друг с другом на постоянной основе. Каждому нейрону, лежащему в узловой точке карты, ставится в соответствии центральный вектор для выделяемого класса. В момент выбора победителя уточняются не только вес нейрона, но и веса соседей, находящихся в ближайшей окрестности.

При использовании SOM необходимо задать параметры, влияющие на качество и на вычислительную сложность сегментации:

- мера расстояния между классифицируемыми векторами;
- размерность карты;
- подход к инициализации весов нейронов;
- функция, рассчитывающая коэффициент соседства нейронов.

Экспериментальные исследования предложенных алгоритмов были приведены на программно-аппаратном стенде, разработанном НОЦ «Специализированные ЭВМ» совместно с ООО «TS-Soft», включающим в себя радиоуправляемый квадрокоптер, оснащенный ТВ-камерой GoPro HERO 3+. Результаты экспериментального исследования содержатся в докладе.

По результатам экспериментальных исследований предложенный комплексный алгоритм сегментации и алгоритм сегментации, основанный на применении многомерной нейронной карты Кохонена, продемонстрировали хорошие качественные и временные показатели и, таким образом, могут быть использованы в системах дешифрации данных аэрофотосъемки.

#### *Библиографический список*

1. Червяков Л.М., Акинин М.В. Нейросетевой алгоритм уточнения векторных топографических карт по данным дистанционного зондирования Земли. // Известия Юго-Западного государственного университета № 6 (51), часть 2. - Курск: Юго-Западный государственный университет. - 2013. - с. 32 - 40.

2. Акинин М.В., Конкин Ю.В. Применение искусственных нейронных сетей для решения задач уточнения топографических карт. // Проблемы информатики в образовании, управлении, экономике и технике: сборник статей XI Международной научно-технической конференции. - Пенза: Приволжский Дом знаний. - 2011. - с. 165 – 169.

## **ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ДОСТУПА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОМУ ПО К ГЕОГРАФИЧЕСКИМ КООРДИНАТАМ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ**

А.С. Тарасов

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к.т.н.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В данной работе рассматриваются способы получения и воспроизведения географических координат на ПК из различных источников (TCP/IP, COM-порт, файл и т.д.).

В настоящее время большинство программ, связанных с картографией, работает на основе данных с COM-порта. Однако последние версии встроенных GPS-модулей работают через систему сенсоров и датчиков Microsoft, в результате чего программы не способны получать координаты привычным способом.

Данная работа направлена на то, чтобы предоставить старым программам доступ к современным технологиям путём эмуляции работы ноль-модема внутри ПК.

Ввиду того, что новая система датчиков в .Net является более защищённой, доступ непосредственно к строкам NMEA ограничен. Из всего спектра команд доступны лишь только отрывочные данные из некоторых видов сообщений.

Для восстановления начальных сообщений используются доступные данные и в случае необходимости производится эмуляция остальных значений.

После обработки данные передаются на COM-порт и отправляются в необходимое ПО.

Помимо работы со встроенными модулями программа также способна взаимодействовать с устройствами на базе Windows внутри своей подсети. Например, получать данные ГЛОНАСС и GPS с более точного телефонного модуля Nokia.

Благодаря данной программе пользователю больше не нужно покупать более современное ПО для работы с новыми протоколами связи, исчезает необходимость в покупке дорогостоящего GPS оборудования при наличии телефона с этим же модулем.

Программа была уже протестирована в работе со следующими программными продуктами: Google Earth, SAS.Planet, OZI Explorer, OCAD 10. Со всеми ними программа показала качественную работу и надёжность в обработке сигнала.

#### *Библиографический список*

1. Бакулева М.А., Бакулев А.В. Применение вейвлет-преобразования для анализа данных хранилища. Вестник РГРТУ. Научно-технический журнал. Выпуск 21. Рязань: РГРТУ, 2007. С. 57-60.

2. Бакулева М.А., Бакулев А.В., Телков И.А. Алгоритм автоматизации проектирования хранилищ данных Вестник РГРТУ. Научно-технический журнал. Выпуск 23. Рязань: РГРТУ, 2008. С. 90-93.

3. Бакулева М.А., Бакулев А.В. Построение ассоциативных правил на основе дифференцирования графовой модели анализируемой выборки // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 86-89.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СХЕМЫ ПОЛУМОСТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ С LCD – ЦЕПЯМИ РЕКУПЕРАЦИИ В СРЕДЕ LTSPICE IV**

Е. А. Козлов

Научный руководитель – Верещагин Н. М.

К.Т.Н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

При проектировании электрических схем, разработчику необходимо убедиться, будет ли схема работать в соответствии с теоретическими расчетами и с функциональным принципом действия, до того, как будет осуществлён монтаж на плате. Необходимость связана с тем, чтобы увидеть, как на рабочих элементах схемы изменяются напряжение и ток, и будет ли это соответствовать требуемому режиму. Чтобы реализовать такую задачу, был создан ряд программ, в которых осуществлялось моделирование и анализ схем. Это в свою очередь позволило увидеть, как будет работать та или иная электрическая схема. Сейчас наибольшей популярностью пользуются программы, использующие SPICE (Simulation Program with Integrated Circuit Emphasis) — алгоритм моделирования процессов, протекающих в электронных схемах. В данном докладе будет рассмотрено моделирование работы схемы полумостового преобразователя напряжения с LCD-цепями рекуперации на комплексную нагрузку, и в качестве рабочей среды будем использовать программу LTspice IV (или SwitcherCad)[1].

Программа LTspice IV представляет из себя превосходный симулятор, позволяющий моделировать аналоговые, цифровые, а также смешанные аналого-цифровые схемы. Но настоящим "коньком" программы LTspice являются импульсные источники питания. При этом LTspice демонстрирует приличную скорость моделирования и прекрасную совместимость с другими стандартами SPICE, что позволяет непосредственно использовать или легко адаптировать к нему оригинальные SPICE модели различных производителей. Программа LTspice отличается очень понятным и дружелюбным интерфейсом, позволяющим даже новичку очень быстро научиться работать с ней. Новые схемы могут разрабатываться с помощью встроенного редактора схем. Директивы и параметры симулятора помещаются прямо на схеме с использованием стандартного SPICE синтаксиса. Диаграммы напряжений и токов в узлах и ветвях схемы могут быть получены простым щелчком левой кнопки мышки по соответствующей точке схемы. LTspice имеет отличный (правда англоязычный) встроенный Help (<http://ltspice.linear.com/software/scad3.pdf>), который является прекрасным описанием этой программы и хорошим руководством для



работы с ней. Программа LTspice обладает встроенной библиотекой моделей большинства микросхем DC DC преобразователей, которая может пополняться самостоятельно собственными моделями и моделями от производителей электронных компонентов[1].

Рассмотрим процесс моделирования работы схемы полумостового преобразователя напряжения с LCD – цепями рекуперации на комплексную нагрузку[2]. Преобразователь формирует импульсы напряжения в комплексной нагрузке. На рис.1 представлена схема преобразователя напряжения с LCD – цепями рекуперации.

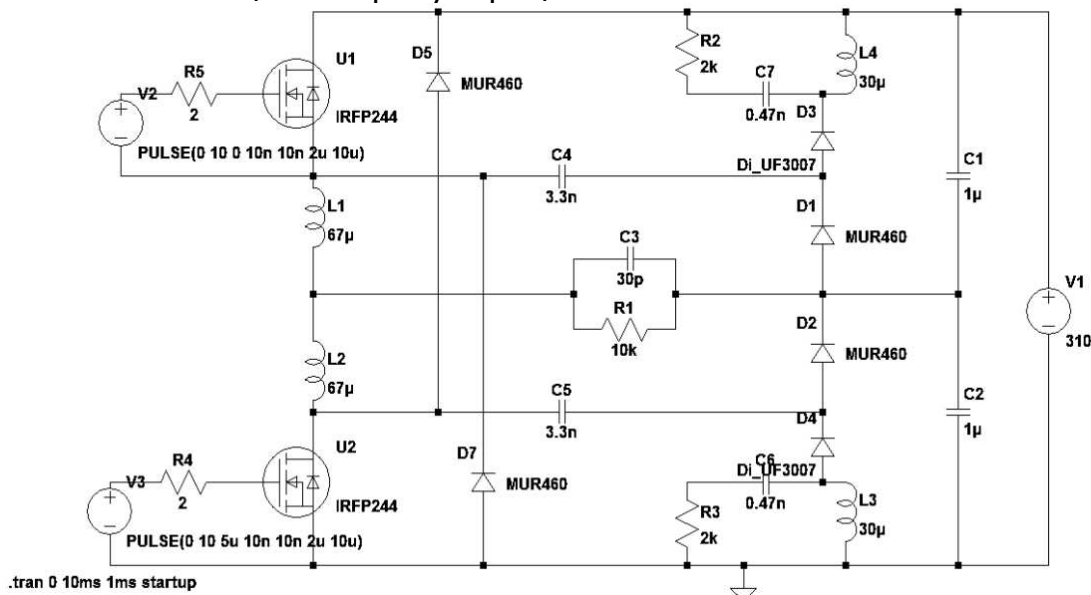


Рис.1. Полумостовой преобразователь напряжения с LCD цепями рекуперации

Схема состоит: делительные конденсаторы C1, C2; силовые транзисторы (электронные ключи) U1, U2; устройства управления ключами V2, V3; комплексная нагрузка R1, C3; индуктивности L1, L2; диоды D1, D2; LCD – цепи рекуперации (D7, C4, D3, R2, C7, L4, V1) и (D5, C5, D4, R3, C6, L3, V1). На преобразователь поступает постоянное напряжение 310 В.

Для реализации моделирования схемы зададим параметры устройств управления силовыми транзисторами и остальных элементов[2]. Устройства управления представляют собой генераторы периодических импульсов, которые поочередно включают и выключают электронные ключи U1 и U2. Задание параметров схемных элементов осуществляется путём правого клика мышки на нужном элементе и вводом нужного числового значения в графу «наименования элемента», соблюдая единицы измерения. Задание параметров генератор осуществляется в диалоговом окне Independent Voltage Source, которое вызывается путём нажатия правым кликом мышки на соответствующем элементе (U1, U2). В графах Vinitial[V] (минимальное напряжение), Von[V] (максимальное напряжение), Tdelay[s] (время появления импульса в периоде), Trise[s] (время нарастания импульса), Tfall[s] (время спада импульса), Ton[s] (время действия импульса), Tperiod[s] (период) вводим требуемые значения, соблюдая единицы измерения. Затем настраиваются параметры моделирования в диалоговом окне Edit Simulation Command, в котором определяются, время начала и конца моделирования. После чего можно приступить к процессу моделирования. Результатом моделирования

являются осциллограммы тока и напряжения. На рис.2 представлена осциллограмма напряжения на комплексной нагрузке.

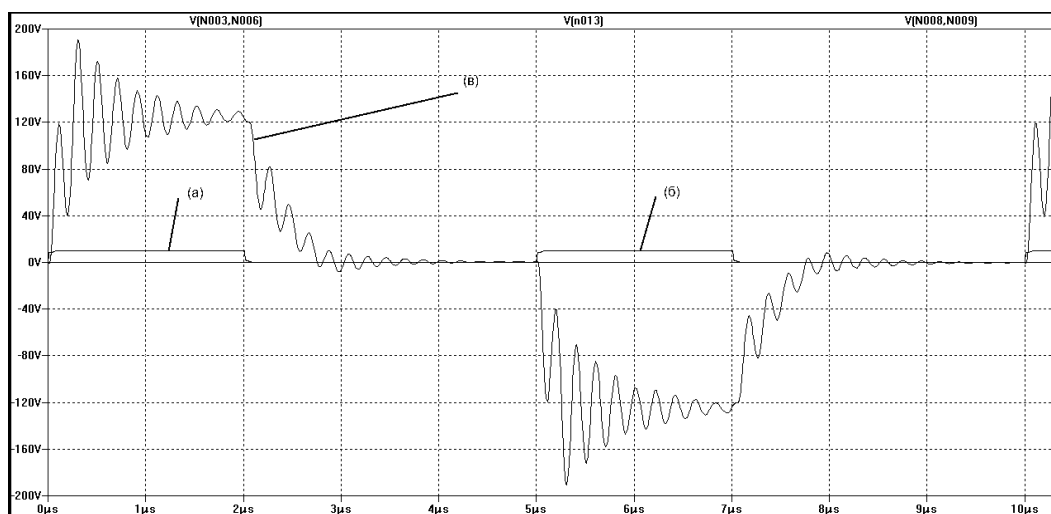


Рис.2 – Осциллограмма напряжения на комплексной нагрузке (R1, C3) и на силовых транзисторах (U1, U2)

а – импульс отпираения ключа U1, б – импульс отпираения ключа U2, в – напряжение на R1 и C3.

Из осциллограммы видно, что схема работает в соответствии заданными параметрами генераторов U1 и U2.

На рис.3 представлена осциллограмма напряжения на источнике питания V1 и на конденсаторе C4, а так же тока через диоды D3 и D7.

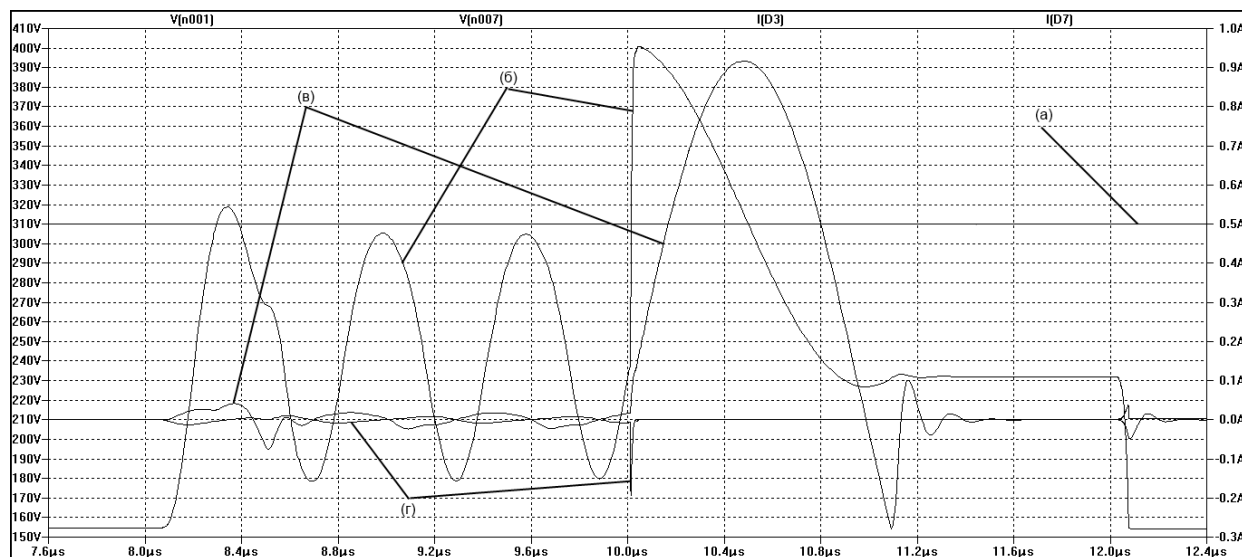


Рис.3 – Осциллограмма напряжения на источнике питания (а) и на конденсаторе C4 (б), тока через диод D3 (в) и через диод D7 (г)

Из осциллограммы видно, что LCD цепи рекуперации работают правильно: как только напряжение на конденсаторе C4 (б) становится больше напряжения источника питания V1 (а), то открываются диоды D3, D7, и через них начинают протекать соответствующие токи (а) и (б) по цепи C4, D3, R2 C7 L4, V1, D7, тем самым возвращая накопленную энергию в момент переключения силового транзистора, до тех пор пока напряжение

на конденсаторе С4 (б) не станет меньше напряжения источника V1 (а). Такой процесс называется рекуперация энергии.

Таким образом моделирование и анализ электрических схем позволяет увидеть как будет работать схема, проверить соответствует ли это теоретическим расчёт, увидеть всё недостатки схемы с возможность подбора номиналов рабочих элементов, для их исправлений. Всё это ускоряет и упрощает задачу разработчику в проектировании электрических схем.

### *Библиографический список*

1. Володин В. Я. LTspice: компьютерное моделирование электронных схем. — СПб.: БХВ-Петербург, 2010. — 400 с. — (Электроника)
2. Сохор Ю. Н. Моделирование устройств в LTspice. Учебно-методическое пособие. Псковск. гос. политехн. ин-т. – Псков: Издательство ППИ, 2008. – 165 с.

## **КЛАССИФИКАЦИЯ ГЛАГОЛОВ ИСПАНСКОГО ЯЗЫКА ДЛЯ ИХ ГЕНЕРАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

А.А. Епифанцев

Научный руководитель – Пруцков А.В.

к.т.н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В работе [1] предложен универсальный метод генерации и определения форм слов естественных языков различных семейств и групп. Метод основан на представлении формообразования в виде последовательности преобразований и предназначен для решения задач на морфологическом уровне обработки текстов. Доказаны возможность применения метода для различных естественных языков и адекватность предложенной модели формообразования.

Генерация формы слова – это процесс получения формы с использованием в качестве начальных параметров основы и грамматического значения. Определение заключается в нахождении по данной словоформе ее нормальной формы (основы) и грамматического значения.

Получение словоформы с данным грамматическим значением можно представить в виде последовательности конечного числа преобразований над основой [1]. Выделяется два основных типа преобразований:

- 1) добавление подстроки S к строке P слева (префиксы) (обозначается S+) или справа (постфиксы) (+S) без изменения самой строки;
- 2) замена первой слева подстроки S на подстроку P ( $S \rightarrow P$ ).

Каждое преобразование имеет обратное к нему, то есть совершающее обратное действие. Перечисленным типам преобразований соответствуют следующие типы обратных преобразований:

- 1) отделение подстроки S от строки P слева (S-) или справа (-S);
- 2) обратная замена первой слева подстроки P на подстроку S ( $P \rightarrow S$ ).

В настоящее время испанский язык становится все более распространенным (особенно в США), поэтому именно он был выбран для

классификации. Наиболее сложной частью речи испанского языка с точки зрения морфологии являются глаголы. Была проведена классификация испанских глаголов и были построены цепочки преобразования для спряжения глаголов испанского языка.

Данная классификация будет использована при заполнении словарей системы генерации и определения форм слов для последующей обработки слов испанского языка.

Для классификации глаголов испанского языка использовался словарь, включающий 14000 слов [2], а также учебник [3].

Было исследовано спряжение приведенных в словаре [2] 1049 глаголов. В испанском языке выделяют 3 спряжения глаголов, для каждого из которых характерны свои правила формообразования (изменение окончания глагола):

- 1) Глаголы, оканчивающиеся на *-ar* (*titular* – “озаглавливать”);
- 2) глаголы, оканчивающиеся на *-er* (*vender* – “продавать”);
- 3) глаголы, оканчивающиеся на *-ir* (*vivir* – “жить”).

В каждом спряжении выделяется несколько подгрупп, для которых характерно изменение основы слова при формировании новых форм. Например, в некоторых глаголах коренная гласная *e* чередуется с дифтонгом *ie*, когда на него падает ударение [3]. Например, для глагола *serrar* – “пилить” применяется следующая цепочка: *serrar*→*sierro*→*sierras*→*sierra*→*sierramos*→*sierrais*→*sierran*.

Также выделяются местоименные глаголы, спрягающиеся по собственным правилам. К ним относятся глаголы, оканчивающиеся в инфинитиве на *-se* (*lavarse* – “умываться”).

Особое место занимают глаголы индивидуального спряжения. Их нельзя объединить в какую-либо группу, так как каждый из них спрягается уникальным образом. Например, глагол *ir* – “идти” спрягается следующим образом: *ir*→*voy*→*vas*→*va*→*vamos*→*vais*→*van*.

В результате выделено 11 различных групп глаголов по правилам формообразования. Также были выделены 26 глаголов индивидуального спряжения. В итоге были получены выделено 37 различных типов формообразования глаголов. Каждый тип формообразования описан цепочками, соответствующим правилам и критериям [1].

Самой многочисленной из них является группа глаголов первого спряжения (заканчивается на *-ar* без чередования гласных в корне), включающая 727 глаголов. Группы глаголов второго (заканчиваются на *-er* без чередования гласных в корне) и третьего (заканчиваются на *-ir* без чередования гласных в корне) содержат соответственно 53 и 78 глаголов.

В результате классификации глаголов испанского языка были получены следующие результаты:

- 1) Было классифицировано 1049 глаголов испанского языка;
- 2) Всего было выделено 37 различных типов формообразования глаголов, среди которых 3 типа без изменения основы при спряжении, 8 типов с изменением основы при спряжении и 26 типов глаголов индивидуального спряжения.

3) Полученная классификация будет использоваться при заполнении системы словарей системы генерации и определения форм слов

*Библиографический список.*

1. Пруцков А.В. Генерация и определения форм слов естественных языков на основе их последовательных преобразований // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. — 2009. — № 27. — С. 51-58.

2. Филиппова О.Н., Санчес Павон М., Разыграева Л.И. Краткий испанско-русский и русско-испанский словарь. — М.: Издательство "Советская энциклопедия", 1964

3. Дышлевая И.А. Курс испанского языка для начинающих. — СПб.: "Издательство Союз", 2000.

**РАСЧЁТ ПОГРЕШНОСТИ И ВЫБОР СТЕРЕОБАЗЫ**

С.В. Орлов

Научный руководитель – Муратов Е.Р.

к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Идеальная стереопара характеризуется горизонтальным углом обзора камер  $\alpha$ , горизонтальным разрешением в пикселях  $W$ , расстоянием между камерами – базой  $b$ . Оптические оси камер параллельны и направлены перпендикулярно базовой линии. В этом случае объект, расположенный на расстоянии  $h$  от базовой линии, отобразится на кадрах в точках, расстояние в пикселях между которыми – диспаратитет – считается по следующей формуле:

$$d = \frac{Wb}{2h} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

По этой же формуле, зная характеристики стереопары и найдя диспаратитет, можно восстановить расстояние до объекта.

Для камер установленных соосно объекты на горизонте не имеют смещения. Можно определить два предела значений глубины: для дальних объектов (диспаратитет составляет 1 пиксель и для ближних объектов, где максимально возможный диспаратитет составляет значение координаты  $x$  анализируемого пикселя). Между этими пределами возможно определять дальность до объекта с некоторым переменным шагом.

При увеличении базы стереозрения увеличивается одновременно и значение минимальной и максимальной различимых дальностей.

Диспаратитет определяется с конечной точностью порядка одного пикселя. Такая разрешающая способность по диспаратитету приводит к погрешности определения расстояния  $\Delta$ , зависящей от расстояния  $H$ :

$$\Delta = h - A + \frac{A^2}{h+A}, \text{ где } A = \frac{Wb}{2} \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2}$$

Другими словами погрешность получения значения в карте глубины (или разрешающая способность по дальности) будем считать модуль разности значений в карте глубины для пикселя, если при определении значения диспаратитета была допущена ошибка в 1 пиксель.

Из анализа данных следует, что существенный вклад в значительное уменьшение значения погрешности вносит уменьшение угла зрения камеры, увеличение разрешения кадра по горизонтали и увеличение базы зрения.

## **РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-ПРИЛОЖЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СЛОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ**

А.С. Шустов

Научный руководитель – Пруцков А.В.,

к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Одним из важнейших направлений систем искусственного интеллекта является автоматическая обработка текстов на естественных языках. В настоящее время жизнь человека неразрывно связана с этой областью автоматизации. Обработка текстов повседневно используется при решении таких актуальных задач, как машинный перевод, проверка орфографии, нахождение релевантных ответов на вопросы, контент-анализ текстов, фильтрация спама и др.

Автоматическая обработка текста представляет собой преобразование текста, состоящее из трех этапов: морфологического, синтаксического и семантического. На морфологическом этапе для каждого слова анализируемого текста осуществляется выявление его грамматических признаков, на синтаксическом этапе – построение синтаксической структуры предложения, на семантическом этапе – выявление смысловой связи между словами в предложении.

В работе [1] предложен метод генерации и определения форм слов. Он основан на представлении взаимообратных задач анализа и синтеза в виде цепочки преобразований. Для получения словоформы с требуемым грамматическим значением над начальной формой слова необходимо провести ряд операций, которые составляют прямую цепочку преобразований конечной длины. Цепочка операций, называется обратной, если она преобразует словоформу с некоторым грамматическим значением к начальной форме. Данный метод может быть использован для генерации и определения форм слов естественных языков различных семейств и групп.

Слова, имеющие одинаковую совокупность цепочек преобразований для получения словоформ, соответствующих набору грамматических значений, объединяются в один тип формообразования. Для автоматизации процесса морфологического анализа слов необходимо составить словарь начальных форм слов и отнести каждую из них к конкретному типу формообразования.

Для выделения типов формообразования и классификации слов русского языка были использованы словари [2-3]. На данный момент было классифицировано около 1000 существительных и около 700 прилагательных, выявлено более 110 типов формообразования. В настоящее время продолжается анализ других частей речи русского языка.

Используя описанный выше алгоритм и классификацию слов русского языка по типам формообразования, ведется разработка Интернет-

приложения морфологической обработки слов естественных языков, которое должно выполнять следующие задачи:

1) морфологический анализ слов естественных языков – определение для введенного пользователем слова его части речи и грамматической характеристики;

2) морфологический синтез словоформ слов естественных языков – получение для введенных пользователем слова и грамматической характеристики соответствующей словоформы.

Интернет-приложение имеет архитектуру «клиент-сервер». Задачами серверной части являются получение данных от клиентской части в виде анализируемой словоформы, распознавание языка полученной словоформы, определение ее начальной формы и грамматических характеристик, синтез остальных словоформ для полученной начальной формы, отправка результата обработки клиентской части. Задачами клиентской части являются предоставление пользовательского интерфейса в браузере, получение данных от пользователя, отправка их на серверную часть и представление ответа серверной части на экране. Серверная часть разрабатывается на языке программирования PHP, реализация клиентской части осуществляется с помощью языка гипертекстовой разметки HTML, каскадных таблиц стилей CSS и языка программирования JavaScript.

Основным требованием к разрабатываемому Интернет-приложению является то, что оно должно иметь универсальную структуру словарей и работать с морфологией других естественных языков, для которых проведена классификация слов по типам формообразования.

После окончания тестирования Интернет-приложение будет размещено на коммерческом хостинге и будет доступно всем пользователям сети Интернет.

### *Библиографический список*

1. Пруцков А.В. Генерация и определения форм слов естественных языков на основе их последовательных преобразований // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2009. – № 27. – С. 51-58.

2. Школьный толковый словарь русского языка. – СПб.: ООО «Виктория плюс», 2012. – 320 с.

3. Школьный словарь строения и изменения слов русского языка / Л.Д. Чеснокова, С.П. Чесноков. – 6-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2014. – 573 с.

## **ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ РЕКТИФИКАЦИИ СТЕРЕОПАР**

Д.И. Устюков

Научный руководитель – Саблина В.А.

к.т.н. доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Ректификация является важным этапом предварительной обработки для последующего построения карты несоответствия, потому что сводит двумерную (2D) задачу поиска соответствий по всему изображению к

одномерной (1D) задаче поиска соответствий в строке изображения. Это значит, что после ректификации для каждой точки первого изображения стереопары соответствующая ей точка второго изображения стереопары лежит в той же самой строке. Тем самым далее поиск соответствий между точками осуществляется в пределах строки, что позволяет существенно сократить вычислительную сложность алгоритмов построения карты несоответствия.

Ректификация стереопары является альтернативой идеальному выравниванию камер стереосистемы друг относительно друга. Плоскости изображений стереопары после ректификации компланарны.

Ректификации обычно предшествует процесс компенсации дисторсии на основе коэффициентов дисторсии, рассчитанных на этапе калибровки стереосистемы [1,2]. Коэффициенты дисторсии делятся на радиальные и тангенциальные.

Радиальная дисторсия возникает, когда лучи света отклоняются больше вблизи краёв линзы, чем вблизи её оптической оси. Чем меньше линза, тем больше дисторсия.

Обычно для калибровки достаточно двух коэффициентов дисторсии. В некоторых случаях, например, для широкоугольных линз, включают третий  $k_3$ .

Тангенциальная дисторсия возникает, когда линза и плоскость изображения не параллельны.

Обобщенный алгоритм ректификации стереопары состоит в следующем:

Шаг 1. Нахождение характерных точек на изображениях стереопары и взаимных соответствий между ними [3]. Требуется нахождение как минимум 7 пар точек.

Шаг 2. Нахождение эпиполей  $e$  и  $e'$  для первого и второго изображений соответственно методами эпиполярной геометрии.

Шаг 3. Выбор проективного преобразования  $H'$ , которое отображает эпиполь  $e'$  в бесконечно удаленную точку.

Шаг 4. Нахождение соответствующего проективного преобразования  $H$ , которое минимизирует евклидово расстояние  $d$

$$\sum_i d(Hx_i, H'x'_i) \rightarrow \min_H .$$

Шаг 5. Геометрические преобразования первого изображения стереопары согласно проективному преобразованию  $H$  и второго изображения стереопары согласно проективному преобразованию  $H'$ .

Ректификацию стереопар согласно описанному алгоритму можно производить и для случая некалиброванной стереосистемы. В этом случае геометрическая взаимосвязь между плоскостями изображений стереопары устанавливается на первом шаге алгоритма по самим изображениям стереопары. Более точные результаты ректификации можно получить, если предварительно осуществить калибровку стереосистемы. В этом случае для ректификации требуется использовать другой алгоритм, который отличается от описанного выше отсутствием первого шага. Тогда исходными данными для алгоритма будут являться результаты калибровки стереосистемы – её параметры – и стереопара ректифицируемых



изображений. Пример результатов предварительной обработки стереопар представлено на рис. 1 и 2.

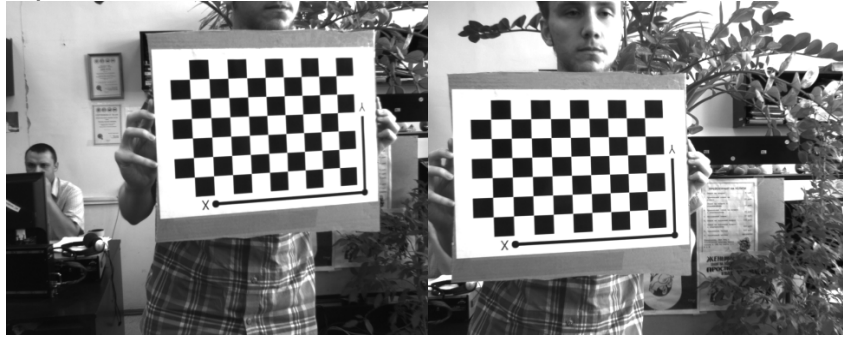


Рис.1. Исходная стереопара

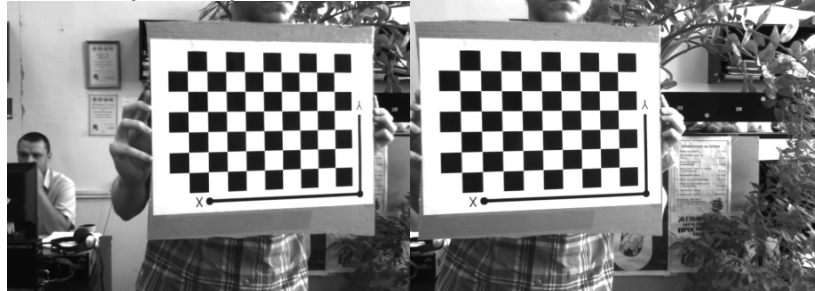


Рис. 2. Стереопара после компенсации дисторсии и ректификации

### *Библиографический список*

1 Bouquet, JY. "Camera Calibration Toolbox for Matlab. "Computational Vision at the California Institute of Technology.

[http://www.vision.caltech.edu/bouquetj/calib\\_doc/](http://www.vision.caltech.edu/bouquetj/calib_doc/)

2 ZhengyouZhang. Flexible Camera Calibration By Viewing a Plane From Unknown Orientations. Microsoft Research, 1999.

3 Bay H., Ess A., Tuytelaars T., Van Gool L. SURF: Speeded up robust features // Computer Vision and Image Understanding. – 2008. – V. 110. – P. 346–359.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ TURBOPASCALC МОДУЛЕМ GRAPH В LINUX**

Е.Г. Анурин

Научный руководитель – Яковлев Р.Н.

**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Государственный университет – учебно-научно-производственный комплекс» Технологический институт им. Н.Н. Поликарпова факультет среднего профессионального образования**

Те, кто изучает Pascal по книгам с описанием TurboPascal, дойдя до примеров работы с графикой и попытавшись перенести их в Linux, обычно сталкиваются с проблемой, когда эти программы отказываются компилироваться, выдавая сообщения об ошибках, вроде этого (рис. 1):

```
/usr/bin/ld: cannot find -lvga
Error: error while linking
```

Рис.1. Сообщение об ошибке

Это линковщик (т.е. программа, которая собирает после компиляции все модули в единое целое и приделывает в самом начале правильный заголовок-запускатель) жалуется на отсутствие графической библиотеки. "Cannotfind" - "Не могу найти", далее "-l" - это опция подключения внешней библиотеки, после чего идёт название самой библиотеки. А те же самые программы, при компиляции их в Windows, компилируются без проблем.

Становление и развитие Unix пришлось на период, когда ресурсов компьютеров не хватало для вывода графики, поэтому основной упор в ней делался на отображение и передачу текста. Но всё меняется, в том числе мощность процессоров и объём оперативной памяти. И вот появилась возможность генерации более-менее нормальной графики. Многие учёные-компьютерщики стали думать, как это делать в уже готовой ОС. Получилось так, что каждый коллектив предлагал что-то своё. Поэтому в Unix, в отличие от Windows, нет какой-то одной стандартной графической библиотеки. Их много. Как говорится - выбирай на любой вкус.

Заглянув в исходники FreePascal, видно, что графических модулей, оказывается, много (Graph, ggiGraph, ptcGraph, sdlGraph), видимо, по числу графических библиотек.

Посмотрев на исходники модулей, стало понятно, что все они предназначены для совмещения стандартных графических процедур и функций, которые были в TurboPascal'евском модуле Graph, с теми функциями, которые присутствуют непосредственно в графических библиотеках [1].

Увы, непосредственно модуль Graph для книжных примеров с графикой в современных операционных системах абсолютно не годится. Причин этому несколько:

Графическая библиотека `svgalib`, которая требуется для работы модуля Graph, уже давно устарела и не развивается больше десяти лет, поэтому сия библиотека по умолчанию не устанавливается.

Самая главная проблема (если вы, всё же, установили эту библиотеку вручную) заключается в том, что для своей работы эта библиотека требует прав `root`'а и от обычного пользователя, под которым все, обычно, работают в Linux, не будет работать. Интересно, почему? Оказывается, для своей работы она требует выделения отдельной консоли. Естественно, обычный пользователь этого сделать не может.

Модуль Graph мы отмечаем и попробуем найти его работающий и лёгкий в использовании аналог. Самым подходящим оказался `ptcGraph`.

Для работы этого модуля требуется две библиотеки: `Xxf86vm`, `Xxf86dga`. Далее нужно сделать символические ссылки с правильным названием (рис. 2):

```
ln -s /usr/lib/libXxf86vm.so.1.0.0 /usr/lib/libXxf86vm.so
ln -s /usr/lib/libXxf86dga.so.1.0.0 /usr/lib/libXxf86dga.so
```

Рис.2. Создание символических ссылок

Драйвер Driver во всех книжках по TurboPascal рекомендуют назначать с помощью макроса DETECT, заодно и автоматом назначается графический режим - разрешение и цветность. Но при таком подходе макрос выберет

максимально возможное разрешение для вашей видеокарты, но не для вашего монитора. Проблемарешаетсяследующимобразом:

```
DetectGraph(var Driver: SmallInt; var Mode: SmallInt);
```

Так же, для корректной работы необходимо подставлять драйвер "VGA", а графический режим "VGAHi". Таким образом, в графическом окошке будете иметь тот режим, на который рассчитывали авторы книжных примеров - разрешение 640x480 и 16 стандартных цветов.

Для отображения картинок создаётся второе, графическое окно. Если по ходу программы вам нужно всего лишь показать рисунок или какую-нибудь анимацию, то это было бы и ничего, но вот как только вы захотите интерактивно управлять вашим рисунком, то сразу выясняется большая проблема - рисунок отображается в одном окне, а программа ждёт ваши нажатия на клавиши в другом, которое осталось позади. Неудобно.

Как это исправить? Для этого есть модуль ptcCrt, который перенаправляет нажатия клавиш в графическое окно. Таким образом, если в своей программе с графикой вы используете управление клавишами, то в строку Uses нужно включить модуль ptcCrt.

Этот способ рисования не сильно пригоден для повседневного использования, тем более, если вы собираетесь писать полезные для других людей программы. Он годится только для тех случаев, когда вы захотите проверить в работе какие-либо программки из книжек по TurboPascal. Профессиональные графические библиотеки, такие как OpenGL, предлагают более крутые средства по работе с графикой и на основе той графики, которая уже есть в графической оболочке вашей ОС. Наиболее лёгкий способ использовать графику - перейти к использованию Lazarus.

### *Библиографический список*

Алексеев, Е.Р. Free Pascal и Lazarus [Текст]: учебник по программированию / Е.Р. Алексеев, О.В. Чеснокова, Т.В. Кучер – М.: ДМК-пресс, 2010. – 442 с.

## **РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ANGULARJS**

К.А. Ерохин

Научный руководитель – Аникеев С.В.

к.т.н, доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Одним из важнейших этапов жизненного цикла любой информационной системы является ее сопровождение. Одной из составляющих сопровождения продукта является техническая поддержка клиентов. При проектировании было принято решение, что серверная часть должна быть унифицирована не привязана к конкретному пользовательскому интерфейсу.

Для реализации независимых от сервера web-интерфейсов используется язык JavaScript. Для разработки клиентской части электронной службы технической поддержки был выбран фреймворк AngularJS в связи с

поддержкой декларативного стиля программирования и двустороннего связывания данных. В данной работе рассматриваются его особенности.

AngularJS представляет собой Open Source JavaScript фреймворк, разработанный корпорацией Google. Использование фреймворка рассчитано для разработки одностраничных web-приложений. Его задача — расширение браузерных приложений помощью MVC шаблона, облегчение тестирования и разработки.

MVC (Model-View-Controller) — шаблон проектирования который разделяет пользовательский интерфейс, модель данных и управляющая логика разделены на три отдельных составляющих приложения. Изменение одной части оказывают наименьшее воздействие на остальные.

Фреймворк взаимодействует с HTML, в котором используются дополнительные пользовательские атрибуты, описываемые директивами, а также связывает данные страницы с моделью, которая является переменными JavaScript. Значения переменных могут присваиваться вручную или могут быть получены из статических (из файла) или динамических (HTTP Response) JSON-данных.

При создании AngularJS, разработчики руководствовались идеей, что декларативное программирование является наилучшим вариантом для создания пользовательских интерфейсов, а в свою очередь императивное программирование больше всего подходит для описания алгоритмов и бизнес-логики. Фреймворк увеличивает синтаксис HTML с помощью добавления дополнительных атрибутов и тегов, а также осуществляет двустороннее связывание данных.

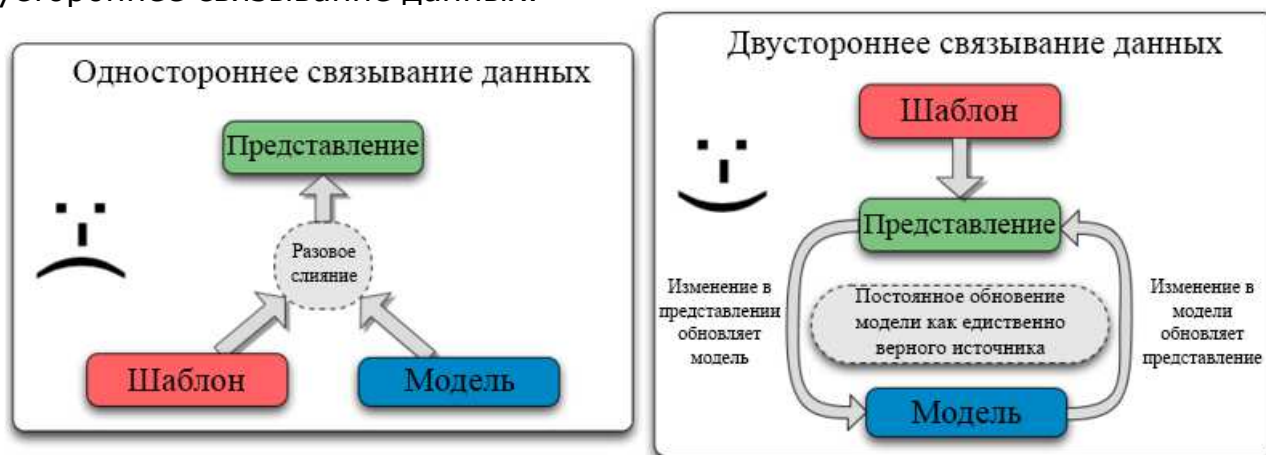


Рис.1. Одностороннее и двустороннее связывание данных

Двустороннее связывание данных это одно из главных преимуществ AngularJS по сравнению с другими фреймворками. Оно позволяет отказаться от взаимодействия сервера с шаблонами. Шаблоны отображаются как обыкновенный HTML с данными из области видимости. С помощью сервиса `$scope` происходит синхронизация модели и ее представления, т.е. каждое изменение в модели будет отражено в представлении, и наоборот любое изменение в представлении будет отражено в модели данных. Это позволяет практически полностью исключить манипуляции с DOM, что в свою очередь упрощает прототипирование и тестирование веб-приложений.

В результате проделанной работы было создано клиентское web-приложение электронной службы технической поддержки.

## **РАЗРАБОТКА REST СЕРВИСА СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ПОМОЩЬЮ ASP.NET WEB API**

Д.А. Константинов

Научный руководитель – Аникеев С.В.

к.т.н, доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В жизненном цикле информационной системы всегда наступает этап сопровождения. Задача этого этапа – обеспечение качественной и бесперебойной работы программного продукта. Одной из составляющих сопровождения является помощь пользователям в решении их проблем. Распространенные способы поддержки клиентов, такие как call-center или общение по электронной почте, являются плохо организованными и малоэффективными. Повысить качество обслуживания клиентов способна электронная служба технической поддержки.

Электронная служба технической поддержки осуществляет общение между ее сотрудниками и клиентами посредством системы заявок. Очевидно, что такая система будет базироваться на клиент-серверной архитектуре, и разработка системы сводится к обеспечению коммуникации между клиентом и сервером. Соответственно возникает вопрос: как организовать эту коммуникацию. Разрабатываемая система должна соответствовать следующим требованиям:

- выполнять «простые» действия с заявками (создание, хранение, отображение и т.д.);
- быть доступной из различных браузеров и устройств;
- должна быть не ресурсоемкой и простой в разработке.

Данным требованием идеально соответствует архитектура REST.

REST (сокр. от англ. Representational State Transfer – «передача репрезентативного состояния») – метод взаимодействия компонентов распределённого приложения в сети Интернет, при котором вызов удаленной процедуры представляет собой обычный HTTP-запрос (обычно GET или POST; такой запрос называют REST-запрос), а необходимые данные передаются в качестве параметров запроса [1]. Сервис, базирующийся на основе архитектуры REST, называется REST сервисом.

Ключевые особенности архитектуры REST следующие:

- REST базируется на HTTP. Это означает, что все существующие наработки на базе протокола HTTP продолжают работать, и не требуется искать другие средства;
- REST использует давно признанные стандарты, соответственно он не тяжеловесен для машинной обработки и быстро работает;
- используются общеизвестные коды ошибок HTTP;
- поддерживает различные типы данных, например XML или JSON;
- может использоваться различными устройствами, поддерживающими HTTP запросы;
- вся логика основана на ресурсах (заявках в данном случае).

В REST архитектуре коммуникация между клиентом и сервером всегда инициируется со стороны клиента. Клиентская и серверные части разделены единым интрейсом, а их разработка ведется независимо друг от друга. Доступ к ресурсам на сервере осуществляется через уникальный адрес (URI). Когда клиент запрашивает какой-либо ресурс на сервере, сервер возвращает его в требуемом виде, в зависимости от заголовка запроса.

Существует множество API (интерфейсов программирования приложений) для создания REST сервисов. Среди линейки продуктов Microsoft идеальным для создания REST приложений является ASP.NET Web API. Инфраструктура ASP.NET Web API Framework задействует как веб-стандарты, подобные HTTP, JSON и XML, так и стандартный набор соглашений для предоставления простого способа построения и открытия доступа к службам данных REST. С точки зрения архитектуры инфраструктура ASP.NET Web API очень похожа на ASP.NET MVC в том, что в ней применяются те же самые ключевые концепции, такие как маршрутизация, контроллеры и даже результаты действий контроллеров [2]. ASP.NET Web API использует свой собственный ApiController, задача которого вернуть данные клиенту в сериализованном виде.

В результате проделанной работы, изучив архитектуру REST и программирование на ASP.NET Web API, была разработана серверная часть электронной службы технической поддержки (API для построения Web-интерфейса).

#### *Библиографический список*

1. REST [Электронный ресурс] : Википедия свободная энциклопедия – URL : <https://ru.wikipedia.org/wiki/REST> (дата обращения 07.10.2014).
2. Джесс Ч., Тодд С., Панда Х. ASP.NET MVC 4: разработка реальных веб-приложений с помощью ASP.NET MVC.: Пер. с англ. – М.:ООО «И.Д. Вильямс», 2013 – 432 с. : ил. – Парал. тит. англ.

### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РЕГИСТРАЦИИ И ИЗМЕРЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ И БЫСТРЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ**

А. В. Борляков

Научный руководитель – Геворкян В. М.

к.т.н. проф.

**Национальный исследовательский университет "МЭИ"**

Развитие и применение новых систем обработки позволяет расширить вычислительный потенциал оборудования электроэнергетического комплекса, для бесперебойной работы которого, наряду с другими средствами, рационально создать возможность обнаружения потенциально опасных переходных процессов в момент их развития с целью своевременного включения УЗО, компенсационного воздействия и пр. для предотвращения возможных порчи оборудования и убытков. В свою очередь импульсное напряжение является одним из показателей качества электроэнергии [1].

Переходные процессы в силовых сетях сети могут быть вызваны как природными явлениями (удар молнии), так и коммутационными процессами.

Для регистрации и измерения подобных процессов на фоне гармонического сигнала в зависимости от их временных параметров были предложены разные алгоритмы [2], математическое моделирование которых дало хорошие результаты [2].

Также результаты математического моделирования были подтверждены в ходе экспериментальных исследований проводимых в двух направлениях:

1) Имитация импульсных процессов на фоне гармонического сигнала с заданными формой и временными параметрами.

Экспериментальный стенд включает в себя:

- генератор сигналов произвольной формы (импульсных и гармонических сигналов) с заданными параметрами – многофункциональный измерительный комплекс УНИПРО.
- плата сбора данных, имеющая в своем составе АЦП с частотой дискретизации 1,55 МГц.
- персональный компьютер
- цифровой осциллограф *Tektronix TDS-2004B*

Генератор сигналов произвольной формы УНИПРО [3] позволяет сформировать различные виды испытательных сигналов. В процессе испытаний использовались импульсные сигналы в виде затухающих колебаний, наложенных на синусоидальный сигнал частотой 50 Гц. Генерируемый аналоговый сигнал контролируется цифровым осциллографом *Tektronix TDS-2004B* и оцифровывается с частотой дискретизации 1,55 МГц посредством АЦП, расположенного на плате сбора данных. Цифровой сигнал передается посредством интерфейса RS-232 в персональный компьютер для дальнейшей визуализации и обработки.

Результатом испытаний стало экспериментальное подтверждение алгоритмов регистрации импульсных и быстрых переходных процессов методом вычисления производной [2] и методом синхронной фильтрации [4].

2) Генерация случайных импульсных и быстрых переходных процессов.

Испытания проводились для импульсов, временные параметры которых много меньше периода частоты основной гармоники. Т.е. можно сделать допущение, что на интервале прохождения импульса напряжения уровень полигармонического сигнала не меняется или меняется незначительно.

Экспериментальный стенд включает в себя:

- источник питания (ИП) постоянного тока Б5-46
- отладочная плата на базе ПЛИС семейства *Spartan3*, имеющая в своем составе АЦП с частотой дискретизации 2,94 МГц и микросхему ПЛИС *XC3S700AN-FG484*
- персональный компьютер

ИП формирует постоянный сигнал в диапазоне 0,4–2,9 В, что соответствует уровню восприятия АЦП отладочной платы (14 разрядов, 2,94 МГц). В качестве импульса напряжения использовался выброс напряжения, возникающий при переходном процессе переключения уровня выходного сигнала ИП, например, с 1,5 В до 1,6 В и связанный с

дребезгом коммутирующих пластин. Сформированный таким образом аналоговый сигнал оцифровывается расположенным на отладочной плате АЦП и обрабатывается посредством ПЛИС. Обработка сигнала ПЛИС включает в себя:

- регистрация импульса напряжения или быстрого переходного процесса
- запись последовательности отсчетов соответствующих импульсу напряжения в оперативную память отладочной платы и измерение амплитуды импульса напряжения
- реализация протокола RS-232 для передачи последовательности отсчетов из оперативной памяти в персональный компьютер для дальнейшей визуализации.

На персональном компьютере с помощью пакета *Mathematica* была произведена визуализация зарегистрированного импульсного процесса и проверка результатов измерений.

Результатом испытаний стало экспериментальное подтверждение алгоритмов регистрации импульсных и быстрых переходных процессов методом вычисления производной [2] в реальном времени.

#### *Библиографический список*

1. ГОСТ Р 54149–2010. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. М., Стандартинформ, 2012
2. Борляков А.В., Геворкян В.М. Схемотехническая реализация алгоритмов обнаружения и измерения импульсных помех на базе ПЛИС. Ползуновский вестник №2/1 2012, Барнаул, Алтайский государственный технический университет им. И. И. Ползунова, 2012 г.
3. Многофункциональный измерительный комплекс УНИПРО. Режим доступа: <http://auris.ru/rus/products/unipro.htm>
4. Геворкян В. М. Электромагнитная совместимость электронных информационных систем. Часть 2.: учебное пособие. М., Издательский дом МЭИ, 2007

### **СОЗДАНИЕ САЙТА ВЫПУСКНИКОВ РЯЗАНСКОГО РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО**

О.В. Лёбин, А.И. Коротков

Научный руководитель – Благодаров А. В.

к.т.н., доц.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Содружество выпускников Рязанского радиотехнического» разработало идею создания сайта выпускников Рязанского радиотехнического.

Целями создания сайта являются:

- организация и расширение единого, независимого и свободного информационного пространства для общения выпускников;
- накопление базы данных выпускников разных лет;
- мониторинг карьеры выпускников РГРТУ;
- новости, доска объявлений, анонсы мероприятий, регулярная рассылка новостных материалов по базе выпускников.



Решение этих задач позволит легко найти информацию о своих однокурсниках, найти полезные контакты среди выпускников, а так же не терять чувство причастности к своему вузу и быть в курсе происходящих событий. Создание сайта поможет сохранить целостность и самобытность Рязанского Государственного Радиотехнического Университета.

На данное время уже решена часть задач. Вначале был разработан уникальный дизайн новостного блога. Затем по данному шаблону был создан новостной сайт на платформе Wordpress, куда добавляются как новые статьи, так и архивы за прошедшие годы. Сотрудничаем с газетой «Радист», берем интервью у выпускников, преподавателей, студентов-активистов. Мы стараемся заинтересовать пользователей, добавлять как можно больше информации для них. Добавляются фотографии. Организовали подписку на интересные материалы, чтобы пользователи могли каждую неделю получать свежую информацию. Проводим опросы. Нередко организуются конкурсы с различными призами.

Также дорабатывается дизайн социальной сети выпускников Рязанского радиотехнического. В ближайшее время планируется добавление нового функционала в социальную сеть, а именно: модернизация системы сообщений, усовершенствование фотогалереи пользователя, работа с сообществами, открытие сервиса подарков, возможность сделать индивидуальный дизайн страницы каждого пользователя и многое другое.

Социальная сеть написана полностью на языке PHP. На будущий год планируется открытие магазина символики радиоуниверситета: толстовки, майки, кепки, кружки, значки и т.д. Все это сплотит выпускников. Наша цель сделать так, чтобы выпускники всех годов объединились в одном месте, могли помогать друг другу в реализации различных проектов, поскольку радисты работают в разных сферах деятельности, начиная с радиоэлектроники и заканчивая политикой. Также планируется сделать сервис по подбору работы для выпускников, так как проблема поиска хороших специалистов до сих пор актуальна.

В данный момент есть команда разработчиков, состоящая из двух человек и небольшой штат людей, занимающихся наполнением сайта.

## **ОПИСАНИЕ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА НА ЯЗЫКЕ VERILOG**

Ю.А. Стукалова, Л.А. Кузьминова, Д.И. Устюков

Научный руководитель – Кистрин А.В.

к.т.н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Функциональные возможности использования языка Verilog для описания устройств особенно ярко проявляются в описаниях конечных автоматов и сложных цифровых схем.

Для описания автомата на языке Verilog необходимо составить алгоритм и граф автомата. Основу описания автоматов составляют последовательные операторы *case* и *if* с ключевым словом *always*. В описаниях конечных автоматов используют последовательные операторы, для которых можно указать событие, по которому должно происходить срабатывание. Данный выбор обусловлен тем, что память конечных

автоматов построена на синхронных триггерах с динамическим управлением, которые срабатывают по фронту импульсов синхронизации.

Существуют различные варианты использования указанных операторов. Наиболее наглядное описание получается, если для безусловных переходов автомата из одного состояния в другое используется оператор варианта *case*, в котором в качестве селектора используется исходное состояние графа, а в качестве выполняемого действия – присваивание нового состояния. Селектор оператора варианта – это переменная, записываемая в скобках после ключевого слова *case*. Присваивание выполняется, если селектор равен 1.

Если переход автомата из одного состояния в другое зависит от входного сигнала, то необходимо использовать оператор *if*, в котором в качестве условия указан входной сигнал. Описание комбинационной схемы выходов, которая не содержит элементов памяти, выполняют параллельными операторами с ключевым словом *assign*.

```
//Пример. Автомат светофора
module v101_light (c,s,k,q,r,y,g,p); //2
input c,s,k; //3
output [2:0]q; //4
reg [2:0]q; //5
output r,y,g,p; //6
always @ (posedge c) //7
case (q) //8
3'b000: if(s) q=3'b001; else q=3'b000; //9
3'b001: q=3'b010; //10
3'b010: q=3'b011; //11
3'b011: if(k) q=3'b100; else q=3'b000; //12
default: q=3'b000; endcase //13
assign r = ~q[2] & q[1] & q[0]; //14
assign y = ~q[2] & ~q[0]; //15
assign g = ~q[2] & ~q[1] & q[0]; //16
assign p = q[2] & ~q[1] & ~q[0]; //17
endmodule //18
```

В примере приведено описание автомата управления светофором.

В строке 2 указано имя модуля и перечислены все входные и выходные сигналы, в строке 3 определены входные сигналы, по умолчанию они будут одноразрядными типа *wire*. В строках 4,5 указан выходной сигнал *q* в виде 3-разрядного вектора (или шины) типа *reg*. Этот тип сигнала необходим, чтобы использовать последовательные операторы в строках 8 - 13. Выходные сигналы *r*, *y*, *g*, *p* указаны в строке 6 как одноразрядные типа *wire*. Для формирования этих сигналов использованы параллельные операторы (строки 14 - 17).

В строке 13 исходное значение селектора указано как *default*. При выполнении этой строки будет выбран любой вариант, отсутствующий среди перечисленных ранее вариантов. Это не только состояние 100, в котором может находиться автомат, но и все возможные другие состояния, возникающие при включении схемы, или в результате сбоя.

Селектором оператора *case* является исходное состояние  $q$ . Коды, определяющие исходные и новые состояния автомата записаны как константы в двоичной системе счисления. Первый элемент записи константы – число (десятичное), равное количеству разрядов; второй элемент – апостроф; третий элемент – буква, определяющая систему счисления ( $b$  – двоичная); четвертый элемент – число в указанной системе счисления.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «ФОКУС» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ**

А.М.Жидков

Научный руководитель – Базылев В.К.

К.Т.Н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Программа «ФОКУС» [1] предназначена для моделирования аксиально-симметричных электронно- и ионно-оптических систем с практически произвольной конфигурацией электродов в режиме питания постоянным и переменным электрическими полями. Программа обеспечивает моделирование движения заряженных частиц в скрещенных электрическом и магнитном полях.

С помощью программы «ФОКУС» в данной работе исследовалась возможность попадания электронов на анод без рассеяния на молекулах газа при наличии угла между векторами электрического и магнитного полей и индукции магнитного поля большей критической в конструкции типа цилиндрический магнетрон. Попадание электронов на анод без рассеяния на молекулах приводит к появлению фонового тока, который ограничивает диапазон измеряемого давления газа снизу. В качестве тестовой задачи определялись траектории движения электронов при угле между векторами электрического и магнитного поля равному 90 градусов. Решение показало, что траектории электронов при магнитном поле больше критического не пересекают анод. Это указывало на корректное решение задачи.

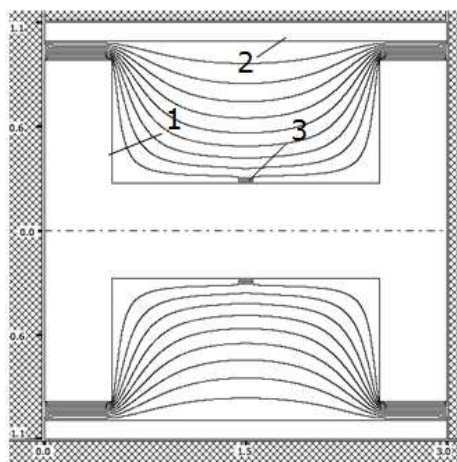


Рис. Конструкция манометрического преобразователя в виде цилиндрического магнетрона. 1 – катод, 2 – анод, 3 – эмитирующая часть. Исследуемая модель конструкции была выполнена в виде цилиндрического магнетрона (см. рисунок). Радиусы катода и анода

составляли 0,25 и 1 см соответственно. Длина анода и катода составляла 2,5 см. Эмитирующая часть катода выполнена в виде кольца в центральной части катода. Работа выхода материала эмитирующей части катода меньше работы выхода остальной части катода примерно на 0,6 эВ. Это условие моделировалось подачей на эмитирующую часть катода напряжения +0,6 В.

Угол вылета электрона из катода изменялся от 0 до 180 градусов. Начальная энергия вылета электрона составляла 0,1 эВ. Меняя угол вылета электрона при постоянной начальной энергии, определяли, при каких углах траектория электрона заканчивалась на аноде или катоде. Между катодом и анодом прикладывалось напряжение 7,5 В. Индукция магнитного поля составляла 4,7 мТл, что больше чем критическое значение равное 2 мТл. Вектор электрического поля был перпендикулярен оси прибора, а вектор магнитной индукции составлял с ней угол равный 5 градусов. Величина напряжения выбиралась меньшей потенциала ионизации газа для исключения появления ионного тока и возможности возникновения газового разряда. Величина угла между вектором магнитной индукции и осью прибора задавалась, как максимально возможный допуск на неортогональность векторов электрического и магнитного поля.

Моделирование в программе «Фокус» показало, что неортогональность векторов напряжённости электрического поля и индукции магнитного поля приводит к протеканию тока при индукции магнитного поля большей критической без учёта рассеяния электронов на молекулах газа. Это означает, что при измерении давления на нижнем пределе всегда будет иметь место фоновый ток, обусловленный неортогональностью векторов электрического и магнитного полей.

#### *Библиографический список*

1. [www.focus-pro.com](http://www.focus-pro.com)
2. Базылев В.К. // Изв. РАН. Сер. Физ. - 2000. - Т. 64. - № 7. - С. 1382 – 1383.

### **ПРЕИМУЩЕСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФРЕЙМВОРКА TWITTER BOOTSTRAP ПРИ РЕИНЖИНИРИНГЕ САЙТА**

Е. А. Жданова

Научный руководитель – Аникеев С.В.

к.т.н., доц.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Вследствие роста качества и количества сайтов возникает потребность в модернизации уже существующих сайтов, которые нуждаются в более современном и привлекательном интерфейсе.

С учётом вышесказанного, целью данной работы был реинжиниринг сайта платёжной системы «Абонент+». Главными критериями проделанной работы были: сведение затраты времени к минимуму и снижение усилий, направленных на учёт различных нюансов вёрстки.

Добиться необходимого результата позволило использование Фреймворка Twitter Bootstrap. Twitter Bootstrap – свободный набор инструментов для создания сайтов и веб-приложений [1]. Его главными преимуществами являются:

- наличие шаблонов дизайна и классов;
- динамичность создаваемых макетов;
- гармоничность дизайна за счёт использования единого стиля всеми компонентами Bootstrap;
- простота в использовании;
- открытость программного обеспечения.

В качестве альтернативы, наряду с Bootstrap, были рассмотрены такие Фреймворки как Foundation и Skeleton. Skeleton является наиболее минималистичным и он имеет проблемы с адаптивностью, так что основной упор при сравнении делался на Bootstrap и Foundation. Фреймворк Bootstrap имеет преимущество перед Foundation по ниже перечисленным причинам:

- он имеет более разнообразный перечень элементов пользовательского интерфейса;
- поддерживается всеми современными не только настольными, но и мобильными браузерами;
- хорошо подходит для больших сайтов;
- существует множество плагинов, расширяющих его функционал.

Этот список и стал в конечном итоге решающим при выборе Фреймворка для модернизации сайта предыдущей версии.

В результате проделанной работы был удачно произведён реинжиниринг сайта платёжной системы «Абонент+» и на практике было доказано преимущество использования Фреймворка Twitter Bootstrap.

#### *Библиографический список*

[https://ru.wikipedia.org/wiki/Twitter\\_Bootstrap](https://ru.wikipedia.org/wiki/Twitter_Bootstrap)

### **ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ МЕНЕДЖМЕНТУ И АУДИТУ В Г. ТОМСКЕ**

Р.Р. Янгирова, Е.Д. Мурзина  
Научный руководитель - Полякова С.А.  
к.б.н., доц.

#### **Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники**

В докладе рассматриваются проблемы внедрения экологического менеджмента и аудита, и частично рассматриваются вопросы экологического образования.

Для того чтобы обеспечить безопасность окружающей среды необходим непрерывный контроль за деятельностью предприятий. И одним из способов осуществления контроля является Система экологического менеджмента (СЭМ), внедряющееся в дальнейшем на само предприятие.

В России большинство предприятий, организовывая свою деятельность в области охраны окружающей среды, осуществляют контроль за результатами только на их выходе. При этом участвуют, в основном главный инженер и специалисты - экологи.

Но самое важное это то, что экологические аспекты присутствуют во всей деятельности предприятия и регулировать образования загрязнения необходимо непосредственно на самом источнике.

СЭМ же позволит в корне изменить политику предприятий (экономия ресурсов и средств, повышение конкурентоспособности, привлечение в первую очередь зарубежных инвесторов, клиентов, повышение имиджа предприятия, решение в управлении рисков предприятия: экологическими, финансовыми и другие)

В рамках научно-исследовательской работы нами были проведены исследования состояния СЭМа и экоаудита в городе Томске с помощью анкетирования, в результате которых было выявлено, что из всех 32 крупных предприятий города, только 6 предприятий такие как: ООО "Газпром трансгаз Томск", ЗАО "Сибкабель", ОАО "Томское пиво", НГДУ "Васюганнефть", ОАО "ПП Томский инструмент", ООО "Томскнефтехим", проводившие экоаудит на своих территориях, внедрили СЭМ и сертифицировали стандарт менеджмента качества ИСО 9000 (добившихся существенных результатов в налаживании системы обращения с отходами, снижении воздействия неорганизованных источников выбросов и сбросов, а также получив экономическую выгоду и экономию ресурсов).

Интересный оказался факт о том, что некоторые предприятия не знали о существовании таких понятий, как СЭМ и аудит.

Более эффективное внедрение СЭМа на предприятия позволит проведение экоаудита. Для руководителей предприятий- надежный способ объективно оценить на сколько их деятельность соответствует требованиям природоохранного законодательства, разобраться в проблемах и наметить пути их решения.

В итоге, получив проанализированные результаты анкетирования, опираясь на сведения "Энциклопедия ошибок в менеджменте качества, СЭМ и международных стандартов ИСО 14000" Качалова В.А., изученные нами различные пособия, результаты опроса студентов с 1 по 5 курсы нескольких специальностей, решили необходимым создать универсальное учебно-методическое пособие как в книжной, так и в компьютеризированной программе обучения версиях по экологическому менеджменту и аудиту для будущих специалистов - экологов: содержащее в себе:

- большую часть информации в табличном варианте (наилучший способ облегчить усвоения материала, быстрого понимания и запоминания)
- тесты для проверки полученных знаний
- практические задания
- наглядные иллюстрации

Завершив работу, нами снова был проведен эксперимент над студентами экологических специальностей, им был наглядно продемонстрирован готовый продукт, где каждый мог ознакомиться. Для изучения материала предложили пособие в обычной форме и в

компьютеризированной платформе обучения. Время отводилось 45 минут, по окончании они должны были написать отзыв.

Обработав полученные отзывы, выяснилось следующее: студенты легко воспринимали и понимали теоретический материал в табличной форме. Явным преимуществом пользовалась обучающая платформа, результативность по сравнению в текстовым изложением повысилась на 23,25%.

### *Библиографический список*

1. Качалов В.А. Качество переводов стандартов - Стандарты и качество: 2012, №11
2. Коротков Э.М. Исследование систем управления - М.: 1998 - 12 С.
3. Серов Г.П. Об экологическом аудите - Концептуальные и организационно - правовые основы - М.: 2008 - 95 С.

## **ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ И НЕЧЕТКОСТИ ДАННЫХ**

С.Ю.Жулева

Научный руководитель – Крошилина С.В.

к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Для любого образовательного учреждения процесс формирования учебной нагрузки является наиболее актуальным. Это связано с изменениями учебных планов, направлений подготовки студентов, а также изменениями профессорско-преподавательского состава. Процесс формирования учебной нагрузки преподавателей является трудоемким и заключается в необходимости обработки значительного объема информации и учета большого числа различных, в том числе и нечетких факторов, которые требуют высокого профессионализма и больших временных затрат. Для решения данной задачи можно использовать существующие системы расчета, а также электронные таблицы MS Excel, но данные системы не учитывают неоднозначность и полноту информации о степени соответствия преподавателя читаемым дисциплинам, что говорит об актуальности исследований в данной области.

Актуальной задачей автоматизации является повышение эффективности использования профессорско-преподавательского состава образовательного учреждения для распределения учебной нагрузки. Для этого необходимо провести анализ предметной области, формализовать задачу распределения учебной нагрузки преподавателей, разработать алгоритм и программное обеспечение системы, выделить сущности, связи между ними.

Важными критериями распределения нагрузки являются такие как квалификация преподавателя, базовое образование, должность преподавателя и его научно-педагогическая специализация. В общем виде процесс распределения учебной нагрузки можно представить в виде схемы (рисунок).

Данная модель должна учитывать ограниченное количество преподавателей, распределение всех видов нагрузки по каждому направлению, ограничение количества часов по каждому виду занятий, пожелание преподавателя по размеру ставки, а также допустимое отклонение в размере ставки.

Таким образом, необходимо создать модель учебной нагрузки преподавателя образовательного учреждения на основе нечеткой логики, что позволяет учитывать совокупность всех характеристик организации учебного процесса.

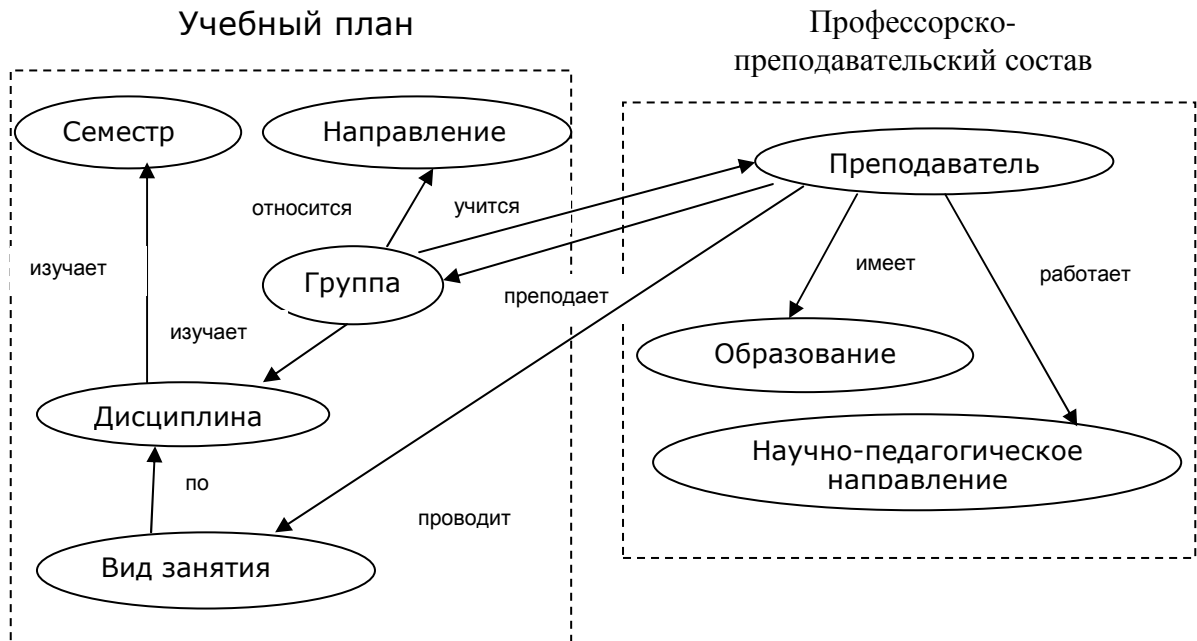


Рисунок. Общая схема процесса распределения учебной нагрузки.



---

**Секция 6**  
**Моделирование в информационных технологиях**

---

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ СТРЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА**

Е.И. Гужвенко, д.п.н., доц., Н.Н. Тумаков, В.Ю. Гужвенко  
**Рязанское высшее воздушно-десантное командное училище им.  
В.Ф. Маргелова (военный институт)**

В настоящее время в связи с развитием вооружения изменяется методика обучения военным дисциплинам, для её совершенствования нужна новая материальная база, формирование которой во многом зависит от использования информационных технологий при её проектировании.

На смену стандартным пришли методики обучения скоростной стрельбе; необходимо создавать условия для имитации различных ситуаций боя, отработки техники стрельбы в сочетании с психологической подготовкой. Для разработки элементов стрелкового комплекса в РВВДКУ выполнено изучение теоретических положений, создана техническая документация для его построения, обоснованы требования по его назначению и созданы методические рекомендации по необходимости использования стрелкового комплекса для обучения курсантов стрельбе из стрелкового оружия.

Стрелковый комплекс спроектирован при участии курсантов, выполнивших в рамках ВНР рационализаторские предложения – мишени, элементы оборудования, спроектировавших отдельные части комплекса, расположение мишеней с использованием средств информационных технологий.

Стрелковый комплекс состоит из трёх стрелковых тиров, в которых размещены базовые упражнения для обучения стрелков первоначальным навыкам скоростной стрельбы, упражнения повышенной сложности и специальное упражнение для тех обучаемых, которые достигли высокого уровня владения оружием и готовы к выполнению боевых задач в самостоятельном режиме. В спроектированном стрелковом комплексе, построенном на полигоне, проводится обучение стрельбе из всех видов стрелкового оружия на различных дальностях его применения. Расположение элементов каждого тира спроектировано с использованием программы Corel Draw (рисунок 1). В программе AutoCad создана трёхмерная модель упражнения, состоящего из многоуровневого комплекса со специальным покрытием, обеспечивающем безопасную стрельбу в различных направлениях, разветвлениями, переходами, световыми, шумовыми эффектами, появляющимися и движущимися мишенями различных размеров и видов.

На рисунке 2 представлена общая схема многоуровневого тира для выработки устойчивых навыков специальной скоростной стрельбы.

Выполнение упражнений на комплексе является решением боевой задачи, которая может меняться в зависимости от уровня подготовки военнослужащих и целей конкретного занятия. Несмотря на стационарность построенных тиров и стрелкового комплекса, преподаватель может сколь угодно варьировать упражнения, выполняемые обучаемыми, не вызывая у них привыкания к мишенной обстановке.

Использование информационных технологий позволило оценить потенциал комплекса для обучения стрельбе из стрелкового оружия, спроектировать его на многих уровнях, увидеть комплекс с различных сторон до его создания в материале и предположить «сложные» места для обучаемых и преподавателей, разработать методику обучения на проектирующемся специальном комплексе.

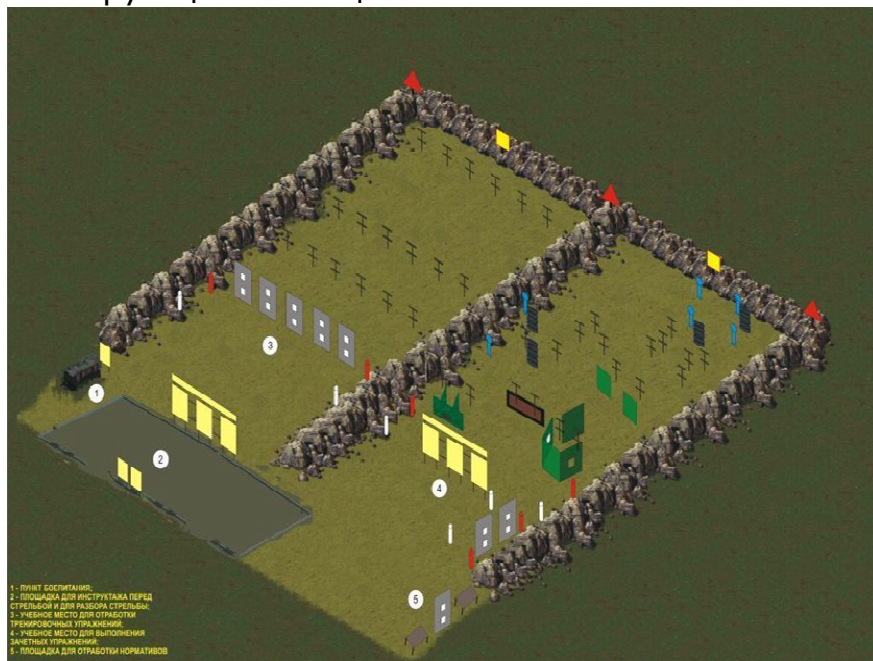


Рис.1. Схема специального тира для выработки начальных навыков специальной скоростной стрельбы, выполненная в Corel Draw

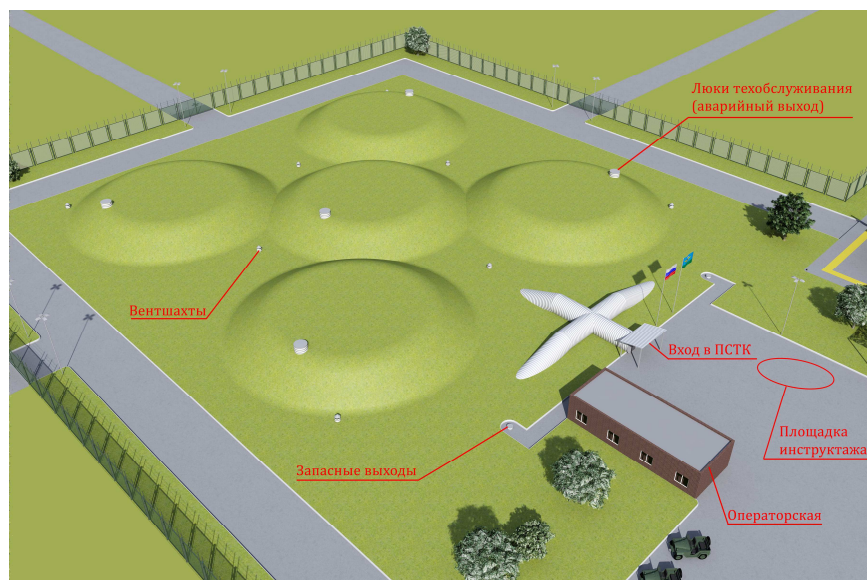


Рис.2. Схема специального тира для выработки устойчивых навыков специальной скоростной стрельбы

Методика обучения на специальном подземном стрелковом комплексе базируется на моделировании конкретных стрелковых ситуаций, в которых реально применяется оружие, при этом стрелок заранее не знает задания. Пропуская личный состав через такие испытания, можно предположить, как повел бы себя тот или иной стрелок в реальной ситуации. Использование полученных навыков позволит уменьшить потери личного

состава в бою, подготовить военнослужащих к непростым условиям реальности военных действий.

## **ОБОБЩЁННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ**

Е.В. Селиванов

Научный руководитель – Каширин И.Ю.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Технологический процесс – один из наиболее сложных объектов для автоматизации и формализации в целом. Этот факт необходимо учитывать при проектировании специализированного программного обеспечения. Качественное представление технологических процессов нуждается в хорошей математической модели. В качестве пример можно рассмотреть частный случай технологического процесса – формирование оптимальной композитной смеси.

Каждый этап технологического процесса характеризуется исходными для этого этапа компонентными веществами, и результирующими веществами. И те и другие имеют множество характеристик, позволяющих идентифицировать материал по качественным и количественным показателям. Так, например, для группы картонов результирующими характеристиками могут быть: удельный вес, толщина, характеристики влажности, электроизоляционные свойства, способность впитывания влаги, деформирование при увлажнении, деформирование при высушивании и т.п.

Таким образом, можно выделить два основных множества-универсума [3,4], в пределах которых будут находиться все используемые в производстве смесей материалы и характеристики этих материалов, а именно:

- конечное множество компонентных веществ и их соединений:

$$C_s = \{c_1, c_i \dots, c_n\},$$

- конечное множество свойств веществ:  $Pr = \{p_1, p_j \dots, p_k\}$ .

Очевидно, что каждому компонентному веществу (материалу)  $c_i$  из  $C_s$ , будет соответствовать некоторое подмножество  $Pr_i \subseteq Pr$ .

В этих обозначениях каждый этап (предположим, на шаге с номером  $m$ ) технологического процесса представляет собой получение из первоначального для этого этапа подмножества компонентных материалов  $C_{s_m} \subseteq C_s$  нового подмножества  $C_{s_{m+1}} \subseteq C_s$ , причем характеристики, определяющие рабочие свойства материалов также будут принадлежать соответствующим подмножествам  $Pr_m \subseteq Pr$  и  $Pr_{m+1} \subseteq Pr$ .

Весь же технологический процесс, состоящий, например, из  $r$  шагов будет содержать цепочку  $\Phi$  преобразований рассмотренных подмножеств:

$$\Phi : \langle C_{s_1}, Pr_1 \rangle \rightarrow \langle C_{s_2}, Pr_2 \rangle \rightarrow \dots \rightarrow \langle C_{s_{r-1}}, Pr_{r-1} \rangle \rightarrow \langle C_{s_r}, Pr_r \rangle ,$$

где « $\rightarrow$ » - отношение строгого предшествования [1,3], а « $\langle C_{s_i}, Pr_i \rangle$ » - пара определенных ранее подмножеств компонентных веществ и их характеристик соответственно.

В целом, цепочка  $\Phi$ , фактически, является готовым решением задачи, которая может быть сформулирована как: получить последовательность

технологических шагов, формирующих из первоначальных условий « $\langle Cs_1, Pr_1 \rangle$ » заключительное решение « $\langle Cs_r, Pr_r \rangle$ ». Сложность заключается в том, что такая последовательность заранее неизвестна. Кроме того, часто неизвестными по своим исходным данным являются и некоторые промежуточные этапы. Некоторые из промежуточных этапов могут быть предварительно полученными на ранних этапах производства и составлять соответствующую технологическую базу знаний [2]. В то же время, предполагается, что получить недостающие в готовых решениях этапы можно из различных сторонних источников, содержащих не только готовые решения, но и знания об особенностях взаимодействия более простых компонентных веществ и технологиях получения результатов частных решений.

Рассмотренные множества-универсумы  $Cs$  и  $Pr$  составляют универсальную основу для представления данных о технологических ситуациях в программном обеспечении. Также с их помощью можно достаточно точно формализовать сложные технологические процессы с помощью цепочек преобразований технологических ситуаций различного размера.

#### *Библиографический список*

1. Ахо А., Ульман Дж. Теория синтаксического анализа, перевода и компиляции. Том 2. Компиляция. - М.: Мир, 1978. - 487 с.
2. Каширин И.Ю., Крошилин А. В., Крошилина. С. В. Автоматизированный анализ деятельности предприятия с использованием семантических сетей. - М., Горячая линия – Телеком, 2013. – 139 с.
3. Куратовский К., Мостовский А. Теория множеств. М.: Мир, 1970. - 416 с.
4. Лавров И. А. Математическая логика. Учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений, Под ред. Л. Л. Максимовой. М.: Издательский центр Академия , 2006. - 240 с.

### **ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АСУ ТП ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

М.Н. Мусолин

Научный руководитель – И.Е. Сеницын

к.т.н., доц.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Экономический эффект от применения АСУ ТП обуславливается повышением эффективности автоматизируемого производства, определяемым повышением качества и надежности управления, снижением потерь, повышением производительности.

При рассмотрении экономичности АСУ ТП выделяют информационные, организационные, математические и технические аспекты.

Экономичность информации. Наибольший эффект может быть получен при использовании для управления информации, требующей минимальных затрат. Минимальная стоимость необходимой информации обеспечивается сокращением ее объема, выбором наилучших форм представления и кодов.

Экономичность организации. Автоматизация труда дает эффект за счет выполнения работ с помощью технических средств, высвобождающих персонал. Экономический эффект от повышения качества управления технологическим процессом, получаемый при вводе АСУ ТП, обусловлен оперативностью автоматизированного управления, своевременностью принятия решений, выбором оптимальных решений, более полной их реализацией. Кроме этого повышается надежность управления за счет снижения времени нахождения системы в нерабочем состоянии, уменьшения числа сбоев при принятии решений.

Экономичность математического обеспечения. Определяется затратами на его создание и обеспечения эффективности функционирования. Затраты на создание математического обеспечения зависят от его объема, наличия качественных сервисных программ, операционных систем, возможностей автоматизированной разработке.

Экономичность технических средств (ТС). В стоимости АСУ ТП основной объем занимают затраты на оборудование. Результативность применения ТС в АСУ ТП определяется степенью соответствия требованиям, к которым относятся информационная совместимость ТС, соответствие структуры КТС структуре и технологии работы АСУ ТП, быстрое решение основных задач АСУ ТП, упрощение общения персонала с ТС, возможность модификаций КТС при невысоких затратах.

Источники экономической эффективности АСУ ТП. Эффективность функционирования АСУ ТП определяется следующими факторами: высокая надежность всех управляющих элементов; высокой скоростью выполнения операций по передаче, обработке информации о состоянии параметров ТП; оперативным управлением состоянием ТП, обеспеченностью ресурсами, графиками выпуска продукции, координацией потоков между подразделениями; постоянным контролем за техническим состоянием оборудования, предупреждением аварийных ситуаций.

При этом учитываются следующие факторы повышения эффективности производства, связанные с внедрением АСУ ТП: повышение производительности труда; сокращение сроков разработки новых ТП; сокращение различных финансовых расходов.

## **АСУ ТП ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

М.Н. Мусолин

Научный руководитель – И.Е. Синицын

к.т.н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

АСУ ТП в большинстве случаев является организационно-технической системой, т.е. часть операций в системе выполняется оператором.

Взаимодействие между оператором и техническим процессом осуществляется с помощью программного обеспечения SCADA.

Согласно традиционной структуре АСУ ТП SCADA – система обычно находится на более высоких уровнях автоматизации и обеспечивает выполнение следующих функций:

- прием информации о контролируемых технологических параметрах от контролеров нижних уровней и датчиков;

- сохранение принятой информации в архивах;
- графическое представление хода технологического процесса в удобной для восприятия форме;
- регистрация событий, связанных с контролируемым ТП и действий оператора, ответственного за эксплуатацию системы;
- оповещение обслуживающего персонала об аварийных событиях, связанных с контролируемым ТП и функционированием программно-аппаратных средств АСУ ТП;
- формирование отчетных документов;
- обмен информации с другими системами, применяемыми на предприятии.

В качестве программного обеспечения для разработки АСУ ТП электродуговой печи использовалась SCADA – система CX-Programmer 7.0, NS-Designer. Данная система в совокупности с микроконтроллерами серии OMRON CJ1M-CPU13 и составляет основу разработанной АСУ.

Внедрение данной системы позволит увеличить скорость выполнения операций по передаче, обработке информации о состоянии параметров ТП. В результате постоянного контроля за техническим состоянием оборудования увеличивается возможность своевременного выявления отклонения значений заданных параметров в ТП от номинального, а автоматизированное управление дает высокую точность, быстроту, удобства в обслуживании и высокое качество получаемой продукции.

## **РЕГРЕССИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ**

И.В. Чернова

Научный руководитель – Сосулин Ю.А.

К.Т.Н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Рассматриваются вопросы оценивания параметров регрессионных моделей технических объектов и технологических процессов, представимых в виде совокупности связанных между собой блоков.

Предполагается, что модель объекта представляется линейно параметризованной регрессионной зависимостью известного вида. Для получения оценок неизвестных коэффициентов регрессии обычно используется метод наименьших квадратов (МНК). Заметим, что усложнение вида модели приводит с одной стороны к существенному возрастанию необходимых экспериментальных затрат, а с другой стороны – к падению точности и устойчивости оценивания. Неустойчивость получаемых оценок является следствием роста размерности матриц, участвующих в процедуре оценивания, и их плохой обусловленности.

Эффективная процедура линейной параметрической идентификации, работоспособная в условиях большой размерности факторного пространства, может быть предложена для исследования объектов, представимых в виде совокупности блоков, связанных между собой промежуточными выходными величинами. Тогда оценивание параметров общей модели может быть выполнено с использованием структурных регрессий, представляющих отдельные блоки объекта.

Наиболее общей схемой структурированного объекта является иерархическое соединение блоков. В этом случае структурные модели на самом нижнем уровне иерархии представляют собой зависимости выходных величин блоков этого уровня от соответствующих подмножеств входных факторов этих блоков. Очевидно, что в этом случае не нарушаются никакие предпосылки классического регрессионного анализа, и коэффициенты структурных регрессионных моделей могут быть получены с помощью обычного МНК с использованием матриц существенно меньших размеров, чем при построении модели традиционным способом.

На следующем уровне иерархии на блоки объекта воздействуют соответствующие подмножества входных факторов, а также промежуточные выходные величины блоков предыдущего уровня иерархии. Заметим, что промежуточные выходные величины являются случайными вследствие воздействия на эти блоки случайных ошибок. Соответственно случайными становятся и матрицы регрессоров структурных блоков, начиная со второго уровня иерархии. Тем самым нарушаются основные предпосылки регрессионного анализа, и использование МНК дает смещенные и неэффективные оценки структурных параметров. Решением данной проблемы является использование на каждом уровне иерархии вместо измеренных значений промежуточных выходных величин блоков предыдущего уровня их прогнозных значений. При такой замене выходные величины структурных блоков принимают характер predetermined и соответствующие им матрицы регрессоров становятся неслучайными. В результате этих действий обеспечивается получение несмещенных и эффективных оценок с использованием обычного МНК.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОКАНАЛЬНОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ-ИЗМЕРИТЕЛЯ КОГЕРЕНТНОЙ ПАЧКИ РАДИОИМПУЛЬСОВ**

В.А. Котов

Научный руководитель – Попов Д.И.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В данном докладе представлена математическая модель синтеза одноканального обнаружителя-измерителя когерентной пачки радиоимпульсов.

Сигнал, отраженный от движущейся цели, представляет собой узкополосный случайный процесс гауссовского типа, образующий с внутренним шумом приемника аддитивную смесь, которая для когерентной эквидистантной пачки радиоимпульсов задается последовательностью  $N$  отсчетов комплексных огибающих  $U_j = x_j + iy_j$ , следующих через период повторения  $T$  и образующих вектор  $\{U_j\}, j = \overline{1, N}$ , описываемый эрмитовой корреляционной матрицей  $[R_{jk}^{cu}]$  с элементами

$$R_{jk}^{cu} = \overline{U_j U_k^*} / 2 = \sigma_c^2 \rho_{jk} e^{i(j-k)\phi} + \sigma_u^2 \delta_{jk},$$

где  $\sigma_c^2, \sigma_u^2$  - дисперсии сигнала и внутреннего шума;  $\rho_{jk}$  - коэффициенты корреляции;  $\varphi = 2\pi F_{\text{д}} T$  - доплеровский фазовый сдвиг;  $\delta_{jk}$  - символ Кронекера. Совместная плотность вероятности вектора при условии наличия сигнала и шума имеет вид

$$p_{cu}(\{U_j\}) = (2\pi)^{-N} \det^{-1}[R_{jk}^{cu}] \exp\left\{-\frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^N W_{jk}^{cu} U_j^* U_k\right\},$$

где  $W_{jk}^{cu}$  - элементы матрицы  $[W_{jk}^{cu}]$ , обратной матрице  $[R_{jk}^{cu}]$ .

При условии наличия одного шума совместная плотность вероятности  $p_{uu}(\{U_j\})$  описывается аналогичным выражением, в котором элементы  $R_{jk}^{uu} = \sigma_u^2 \delta_{jk}$  и  $W_{jk}^{uu} = \delta_{jk} / \sigma_u^2$

Вычисляя условное отношение правдоподобия

$$\Lambda(\varphi) = p_{cu}(\{U_j\}) / p_{uu}(\{U_j\})$$

найдем алгоритм оптимального обнаружения:

$$\Lambda(\varphi) = C \exp\left\{\frac{1}{2} \sum_{j,k=1}^n (W_{jk}^{uu} - W_{jk}^{cu}) U_j^* U_k\right\} \geq \Lambda_0, \quad (1)$$

где  $C = \det[R_{jk}^{uu}] / \det[R_{jk}^{cu}]$ ,  $\Lambda_0$  - пороговый уровень обнаружения.

Вводя отношение сигнал/шум  $q = \sigma_c^2 / \sigma_u^2$ , перейдем к нормированным матрицам и, сохраняя прежние обозначения, найдем асимптотическое приближение искомых алгоритмов при  $q \gg 1$ . Тогда  $R_{jk}^{cu} = R_{jk}^{uu} \approx q \rho_{jk} e^{i(j-k)\varphi}$ . Кроме того, учитываем, что эхо-сигнал большинства радиолокационных целей типа летательных объектов имеют экспоненциальную функцию корреляции, т. е.  $\rho_{jk} = e^{-\pi \Delta f t |j-k|} = \rho^{|j-k|}$ , где нормированная ширина спектра  $\Delta f t \leq 0,01$ .

Алгоритм (1) без учета краевых эффектов при  $j=1$  и  $N$  принимает вид

$$\Lambda(\varphi) = C \exp\left\{\frac{1}{2} \left(1 - \frac{1 + \rho^2}{q(1 - \rho^2)}\right) \sum_{j=1}^N U_j^* U_j + \frac{\rho}{2q(1 - \rho^2)} \left[ \sum_{j=2}^N (e^{-j\varphi} U_{j-1}^* U_j + e^{j\varphi} U_{j-1} U_j^*) \right]\right\}.$$

Инвариантный к неизвестной величине  $\varphi$  алгоритм находят в результате соответствующего интегрирования  $\Lambda(\varphi)$ . Предполагая равномерное распределение величины  $\varphi$  на интервале  $[-\pi, \pi]$ , найдем

$$\Lambda = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \Lambda(\varphi) d\varphi = CC_U \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \exp\left\{\frac{\rho}{q(1 - \rho^2)} |Y| \cos(\varphi - \arg Y)\right\} d\varphi,$$

где  $C_U = \exp\left\{\frac{1}{2} \left(1 - \frac{1 + \rho^2}{q(1 - \rho^2)}\right) \sum_{j=1}^N |U_j|^2\right\}$ ,  $Y = \sum_{j=2}^N U_{j-1}^* U_j$ .

Данный интеграл является табличным и соответствует модифицированной функции Бесселя нулевого порядка  $I_0$ . При этом  $I_0 \approx e^z$  для  $z \gg 1$ , что обычно имеет место при межпериодной обработке. Тогда

$$\ln \Lambda = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{1 + \rho^2}{q(1 - \rho^2)}\right) \sum_{j=1}^N |U_j|^2 + \frac{\rho}{q(1 - \rho^2)} \sum_{j=2}^N U_{j-1}^* U_j \geq \ln \Lambda_0 - \ln C.$$



После эвристических упрощений, исключающих некогерентное накопление, имеем алгоритм обнаружения:

$$u = |Y| = \sum_{j=2}^N U_{j-1}^* U_j \geq u_0.$$

Алгоритм оценивания доплеровской фазы  $\varphi$  найдем методом максимального правдоподобия. Максимизация функции правдоподобия с целью отыскания оценки  $\hat{\varphi}$  эквивалентна максимизации условного отношения правдоподобия в алгоритме (1) или его логарифма. При этом уравнению максимального правдоподобия эквивалентно уравнение  $\partial \ln \Lambda(\varphi) / \partial \varphi |_{\varphi=\hat{\varphi}} = 0$ , решение которого для рассматриваемых свойств сигнала приводят к алгоритму

$$\hat{\varphi} = \arctg(\operatorname{Im} Y / \operatorname{Re} Y) = \arg Y = \arg \left( \sum_{j=2}^N U_{j-1}^* U_j \right).$$

В результате синтеза были получены основные выражения, с помощью которых может быть составлена схема обнаружителя-измерителя, а так же проведено статистическое моделирование, необходимое для анализа его свойств.

## **СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБНАРУЖИТЕЛЕЙ-ИЗМЕРИТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ MATHCAD**

В.А. Котов

Научный руководитель – Попов Д.И.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Статистическое моделирование обнаружителей-измерителей радиолокационных сигналов удобно проводить на ЭВМ в универсальной математической системе MathCAD, которая признана во всем мире как лучшая система для научно-технических вычислений. При этом математическая система MathCAD имеет мощные встроенные средства для реализации численных методов расчета и математического моделирования в сочетании с возможностью выполнения многих операций символьной математики.

В общем случае на вход приемника радиолокатора поступает полезный сигнал, отраженный от движущейся цели и представляющий собой когерентную пачку радиоимпульсов, образующих с внутренним шумом приемника аддитивную смесь. В двух квадратурных каналах получаем последовательность цифровых кодов комплексных огибающих, следующих через период повторения  $T$  и образующих вектор  $U$ . Моделирование данного вектора сводится к заданию двух групп коррелированных чисел с помощью встроенного датчика случайных чисел, вызываемого функцией  $\operatorname{gnorm}(m, \mu, \sigma)$  и двумерному повороту их на определенный угол.

Для оценки вероятности ложной тревоги  $F$  используется метод выборочных кумулянтов. Смоделировав выборку случайных величин  $V$  на входе порогового блока на основе метода Монте-Карло, находим оценки начальных моментов, а по ним определяем значения выборочных

кумулянтов с помощью встроенных функций  $\text{mean}(\mathbf{V})$  и  $\text{var}(\mathbf{V})$ . Затем по заданной вероятности ложной тревоги  $F$  определяется величина порога обнаружения  $u_0$  исследуемой системы. Так же для вычисления величины порога обнаружения используем встроенную функцию гамма распределения  $[\text{pgamma}(u_0, z)]$ .

Для определения оценки вероятности правильного обнаружения  $D$  используется оценка вероятности в соответствии с ее статистическим определением. Моделируя выборки случайных величин  $V$  путем многократной обработки квадратурных проекций входных отсчетов, определяем характеристики обнаружения исследуемой системы обработки. При этом в связи с тем, что эксперименты имеют случайную составляющую, возникает необходимость статистического сглаживания данных. Для этих целей можно использовать встроенную функцию  $\text{supsmooth}(X, D)$ .

При определении дисперсии оценки характеризующей точность однозначного измерения радиальной скорости цели, вначале необходимо найти математическое ожидание оценки путем усреднения циклических отсчетов фазовой выборки. Однако непосредственное усреднение фазовых отсчетов приводит к существенным ошибкам, так как для циклической величины (фазовых отсчетов) разность порядка  $2\pi$  так же мала, как и разность порядка нуля. Для исключения данных ошибок необходимо усреднять тригонометрические функции оценок. Затем определяется искомое математическое ожидание.

Затем с помощью встроенных средств строятся требуемые зависимости.

Т.о. система Mathcad позволяет легко, просто и с высокой точностью выполнять требуемые расчеты и получать необходимые зависимости для статистического анализа обнаружителей-измерителей радиолокационных сигналов.

## **ПОНИЖЕНИЕ ПОРЯДКА МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ**

А.А. Долинина

Научный руководитель – Ланцов В.Н.

д.т.н., проф.

### **Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых**

Важным требованием к современным САПР является их способность моделирования современных устройств, характеризующихся высокой размерностью и сложностью. Для эффективного моделирования применяют замену больших системных блоков более простыми или макромоделями. Автоматическое получение макромоделей схемных блоков, при этом, является способом, повышающим эффективность проектирования устройств. Одним из путей замены сложного блока более простым может служить применение методов понижения порядка модели.

С целью оценки состояния предметной области автоматизации макромоделирования был выполнен обзор ряда публикаций, в основном трудов конференций IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers)

[1]. В настоящее время существуют различные методы, для определения проекционного базиса: методы, на основе сингулярного разложения матрицы оператора, методы, на основе проекции в подобласть Крылова и ряд менее распространенных методов. Достоинство методов на основе подобластей Крылова состоит в высокой эффективности редукции для больших размерностей модели, вместе с тем, метод не контролирует точность полученных результатов и не оптимален в плане вычислительных затрат. Применение методов с использованием сингулярного разложения при моделировании систем принято связывать с публикацией Кейтом Гловером [2] в 1984г. в *International Journal of Control*, посвященной понижению порядка моделей в задачах автоматического управления. Интерес специалистов схемотехнического моделирования к применению предложенных Гловером подходов, достиг пика в середине нулевых годов и привел к прогрессу решения задачи макро моделирования для линейных и параметрических устройств, вместе с тем проблема автоматизации построения макромоделей нелинейных устройств остается открытой.

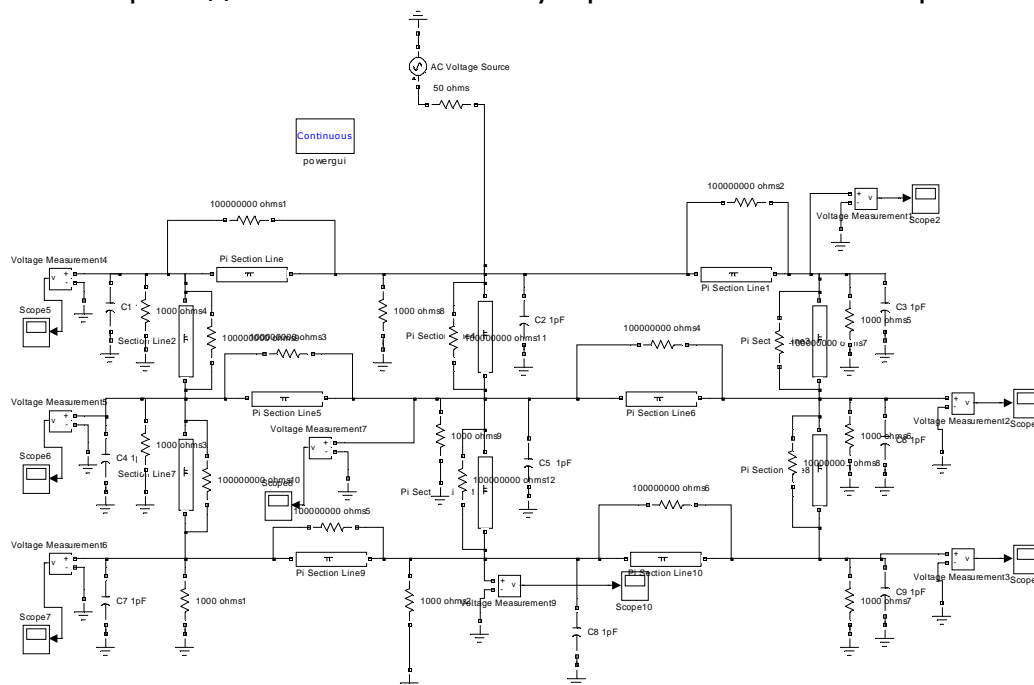


Рис.1. Модель устройства в *Simulink*.

Рассмотрим пример понижения порядка модели линейной системы. В данном случае, в качестве примера, будем использовать схему из микрополосковых линий, с одним входом и восемью выходами. Описание модели устройства (рис.1) произведено в подсистеме *Simulink*.

Проверяем, устойчивая ли исходная система (рисунок 2). Проверку можно осуществить, с помощью встроенной функции *Matlab* расчёта Ганкелевых сингулярных значений (функция *hsvd*). Данная функция позволяет разделить модель на устойчивую и неустойчивую части.

Видим, что график содержит только стабильные моды, делаем вывод, что исходная система устойчива.

Порядок исходной системы равен 189. Т.е. размерности матриц исходной системы следующие:  $A(189 \times 189)$ ,  $B(189 \times 1)$ ,  $C(8 \times 189)$ ,  $D(1 \times 8)$ .

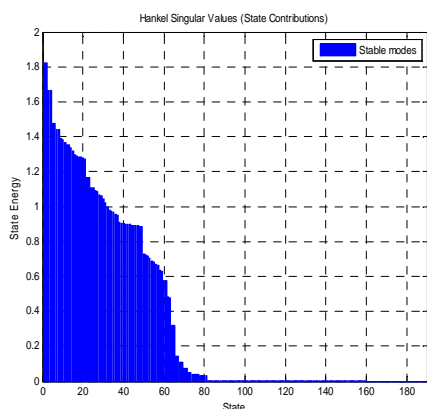


Рис.2. Ганкелевы сингулярные значения исходной системы

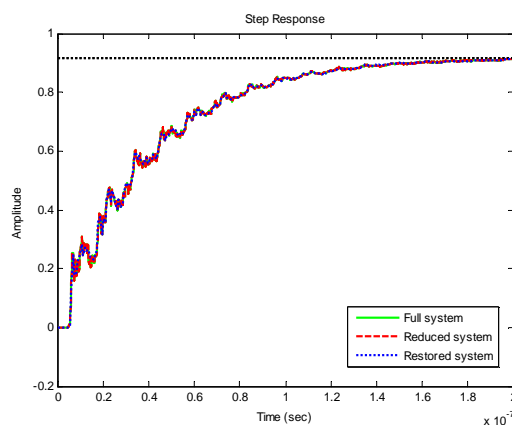


Рис.3. Переходная характеристика редуцированной модели

По графику Ганкелевых сингулярных значений видно, что все значащие сингулярные значения расположены в пределах  $\sim 82$  значений. Понизим порядок исходной системы, до 90. Переходная характеристика исходной, уменьшенной и восстановленной моделей представлены на рисунке 3.

Видим, что поведение уменьшенной (и восстановленной) модели близко к исходной. Размерности матриц уменьшенной системы следующие:  $A_r(90 \times 90)$ ,  $B_r(90 \times 1)$ ,  $C_r(8 \times 90)$ ,  $D(1 \times 8)$  [1].

Несмотря на очевидный прогресс применения методов понижения порядка моделей электронных устройств, остается ряд проблем, связанных с отсутствием на настоящий момент универсальных реализаций и объективными трудностями при создании адекватных макромоделей сложных нелинейных смешанных функциональных блоков. Таким образом, существует необходимость дальнейших исследований в направлении разработки методов и алгоритмов понижения порядка моделей устройств большой размерности.

#### Библиографический список

1. Долинина А.А. Понижение порядка моделей электронных устройств с использованием сингулярного разложения. Сборник трудов научно-практической конференции в рамках Дней науки студентов Владимирского государственного университета имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых // ВлГУ. – 2014. – С. 241.

2. Glover K. All optimal Hankel-norm approximations of linear multivariable systems and their  $L_\infty$ -error bounds. International Journal of Control, 39:1115–1193, 1984.

### ОПТИМАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ УГЛОВОЙ КООРДИНАТЫ ИСТОЧНИКА СИГНАЛА В МАЛОЭЛЕМЕНТНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКЕ

П.А. Александров

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Достоинством антенных решеток (АР) с небольшим числом элементов является возможность обеспечения цифрового диаграммообразования и

оптимальных алгоритмов пространственной обработки при относительно простой технической реализации. Наличие помех в наблюдаемом процессе затрудняет решение многих задач обработки сигналов [1].

Целью данной работы является анализ точности пеленгации источника сигнала при воздействии помехи с помощью линейной трехэлементной адаптивной АР с оптимальной пространственной структурой.

Отсчеты комплексной огибающей наблюдаемого процесса в элементах АР имеют вид:

$$\underline{\mathbf{X}} = \{X_n, n = 1, \dots, N\}^T = \underline{\mathbf{S}} + \underline{\mathbf{N}}_A + \underline{\mathbf{N}}_N,$$

где  $\underline{\mathbf{S}}$ ,  $\underline{\mathbf{N}}_A$ ,  $\underline{\mathbf{N}}_N$  - векторы отсчетов комплексной огибающей сигнала, пространственно коррелированных помех и теплового шума в элементах АР.

Корреляция сигналов в элементах АР определяется соотношениями [1]:

$$\underline{\mathbf{R}}_X = \mathbf{M}\{\underline{\mathbf{X}}\underline{\mathbf{X}}^H\} = \underline{\mathbf{R}}_S + \underline{\mathbf{R}}_J,$$

где  $\underline{\mathbf{R}}_S = \mathbf{M}\{\underline{\mathbf{S}}\underline{\mathbf{S}}^H\} = D_S \underline{\mathbf{V}}_S \underline{\mathbf{V}}_S^H$  - корреляционная матрица сигнала,  $\underline{\mathbf{R}}_J = \sum_{m=1}^M P_{Am} \underline{\mathbf{V}}_{Am} \underline{\mathbf{V}}_{Am}^H + P_N \mathbf{I}$  - корреляционная матрица помех,  $\underline{\mathbf{V}}_S$ ,  $\underline{\mathbf{V}}_{Am}$  - направляющие векторы сигнала и помех,  $P_N$  - мощность шума,  $P_{Am}$ ,  $m = 1, \dots, M$  - мощность помех.

Оценивание угловой координаты источника сигнала проведем по критерию максимального правдоподобия:

$$\hat{\gamma} = \arg \max_{\gamma} z(\gamma),$$

где  $z(\gamma)$  - логарифм отношения правдоподобия, который имеет вид:

- для детерминированного сигнала

$$z(\gamma) = \ln \Lambda = 2 \operatorname{Re} \left( \underline{\mathbf{X}}^H \underline{\mathbf{R}}_J^{-1} A \underline{\mathbf{V}}_S(\gamma) \right) - \underline{\mathbf{V}}_S^H(\gamma) \underline{\mathbf{R}}_J^{-1} \underline{\mathbf{V}}_S(\gamma) A^2,$$

- для случайного гауссовского сигнала

$$z(\gamma) = \underline{\mathbf{X}}^H \left[ \underline{\mathbf{R}}_J^{-1} - (\underline{\mathbf{R}}_S(\gamma) + \underline{\mathbf{R}}_J)^{-1} \right] \underline{\mathbf{X}},$$

- для квазидетерминированного сигнала

$$z(\gamma) = -A^2 \underline{\mathbf{V}}_S^H(\gamma) \underline{\mathbf{R}}_J^{-1} \underline{\mathbf{V}}_S(\gamma) + \ln I_0 \left( 2A \left| \underline{\mathbf{X}}^H \underline{\mathbf{R}}_J^{-1} \underline{\mathbf{V}}_S(\gamma) \right| \right),$$

где  $P_S = A^2$  - мощность сигнала.

Точность оценивания угловой координаты определяется дисперсией ошибки оценивания, нижняя граница которого задается неравенством Рао-Крамера:

$$D_{\gamma} \leq - \left[ \mathbf{M} \left\{ \frac{d^2}{d\gamma^2} z(\gamma) \right\}_{\gamma=\gamma_0} \right]^{-1}.$$

Получены выражения для входящей в неравенство производной:

- для детерминированного сигнала

$$\begin{aligned} \mathbf{M} \left\{ \frac{d^2}{d\gamma^2} z(\gamma) \right\}_{\gamma=\gamma_0} &= 2A \operatorname{Re} \left( \underline{\mathbf{S}}^H \underline{\mathbf{R}}_J^{-1} \frac{d^2}{d\gamma^2} \underline{\mathbf{V}}_S(\gamma) \right)_{\gamma=\gamma_0} - A^2 \left( \frac{d^2}{d\gamma^2} \underline{\mathbf{V}}_S^H(\gamma) (\underline{\mathbf{R}}_J)^{-1} \underline{\mathbf{V}}_S(\gamma) + \right. \\ &+ \left. 2 \frac{d}{d\gamma} \underline{\mathbf{V}}_S^H(\gamma) (\underline{\mathbf{R}}_J)^{-1} \frac{d}{d\gamma} \underline{\mathbf{V}}_S(\gamma) + \underline{\mathbf{V}}_S^H(\gamma) (\underline{\mathbf{R}}_J)^{-1} \frac{d^2}{d\gamma^2} \underline{\mathbf{V}}_S(\gamma) \right)_{\gamma=\gamma_0} \end{aligned}$$

- для случайного гауссовского сигнала

$$\mathbf{M} \left\{ \frac{d^2}{d\gamma^2} z(\gamma) \right\}_{\gamma=\gamma_0} = \text{tr} \left\{ \left[ \mathbf{R}_j^{-1} - \frac{d^2 \mathbf{R}_x^{-1}(\gamma)}{d\gamma^2} \right] \mathbf{R}_x(\gamma) \right\}_{\gamma=\gamma_0},$$

- квазидетерминированного сигнала

$$\begin{aligned} \frac{d^2 z(\gamma)}{d\gamma^2} = & -A^2 \left( \frac{d^2}{d\gamma^2} \mathbf{v}_s^H(\gamma) (\mathbf{R}_j)^{-1} \mathbf{v}_s(\gamma) + 2 \frac{d}{d\gamma} \mathbf{v}_s^H(\gamma) (\mathbf{R}_j)^{-1} \frac{d}{d\gamma} \mathbf{v}_s(\gamma) + \mathbf{v}_s^H(\gamma) (\mathbf{R}_j)^{-1} \frac{d^2}{d\gamma^2} \mathbf{v}_s(\gamma) \right) - \\ & - \left( 2A \left| \mathbf{X}^H(\mathbf{R}_j)^{-1} \frac{d}{d\gamma} \mathbf{v}_s(\gamma) \right| \right)^2 \left( \frac{\left( I_0(r) - \frac{I_1(r)}{r} \right) I_0(r) + I_1^2(r)}{I_0^2(r)} \right) - \left( \frac{I_1(r)}{I_0(r)} \right) \left( 2A \left| \mathbf{X}^H(\mathbf{R}_j)^{-1} \frac{d^2}{d\gamma^2} \mathbf{v}_s(\gamma) \right| \right), \end{aligned}$$

где  $r = 2A \left| \mathbf{X}^H \mathbf{R}_j^{-1} \mathbf{v}_s(\gamma) \right|$ .

Для АР заданной структуры на основе полученных соотношений определены зависимости точности оценивания угловой координаты источника сигнала от пространственной ориентации помех и их количества. При изменении положения центрального элемента АР было выявлено, что пространственная структура определяет погрешность оценивания угловой координаты источника сигнала, которая уменьшается при увеличении размера апертуры АР, а также при оптимальном расположении элементов АР.

#### Библиографический список

1. Сосулин Ю.Г., Костров В.В., Паршин Ю.Н. Оценочно-корреляционная обработка сигналов и компенсация помех.-М.: Радиотехника, 2014 – 632 с.
2. Воскресенский Д.И., Тонг Суан Дай. Малоэлементная широкополосная фазированная решетка // Радиотехника. 2003. № 5. С. 17-20.
3. Карпухин В.И., Козлов С.В., Сергеев В.И. Особенности и характеристики моноимпульсных радиолокационных измерителей угловых координат с пространственной компенсацией помех // Радиотехника. 2009. №6. С. 69-78.
4. Попов А.С., Кузнецов А.С., Баранов В.М. Особенности формирования нулей в диаграмме направленности моноимпульсной антенной решетки // Зарубежная радиоэлектроника. 1994. №11/12. С.17-28.
5. Журавлев А.К. Оценивание угловых координат при наличии пространственно-коррелированных помех в адаптивных РЛС // Радиотехника и электроника. 1986. №10. С. 1947-1954.

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ РАБОТОЙ ГЕНЕРАТОРОВ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ МАЛОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ**

Д.С. Кислов, А.Л. Дергачёва  
Научный руководитель – Круглов С.А.

К.Т.Н.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В работе представлено решение вопросов о повышении эффективности системы управления функционирования генераторов высоковольтных импульсов малой длительности. В настоящее время проявлен интерес к разработке генераторов с индуктивным накопителем энергии (ИНЭ). Прерогатива индуктивных накопителей в том, что они делают устройство менее громоздким (при том же соотношении выходных мощностей), требующим меньшее значение напряжения источника питания. Для проведения экспериментов в области применения газоразрядных коммутаторов, связанных, в первую очередь, с исследованиями процессов, происходящими в них на разных стадиях, требуются малогабаритные генераторы с расширенными опциями по контролю токов и напряжений. Но для создания компактного устройства необходима универсальная система управления и контроля основными процессами импульсного генератора с ИНЭ.

ИНЭ установлен в контуре, источником тока для которого служит заряженный конденсатор большой ёмкости, накопление энергии и передача её в нагрузку осуществляется путем подачи управляющих импульсов на сетку тиратрона. В настоящей модели формирование управляющих сигналов и обработка сигналов обратной связи осуществлялось аналоговой схмотехнической частью блока питания генератора. Одним из недостатков такого решения была невозможность повлиять на время зарядки конденсатора. В свою очередь, этот факт не позволяет увеличить частоту повторения выходного импульса. Аппроксимация точек амплитуд тока зарядки свидетельствует о монотонном снижении его значения на протяжении большего участка. Именно по этой причине было предложено ввести обратную связь по току и программно-аппаратным способом проводить её обработку.

В качестве управляющего элемента был применен микроконтроллер с расширенной периферией. Простой и надежный алгоритм функционирования микросхемы обеспечивает генерацию ШИМ-сигналов в соответствии с заданными параметрами и сигналами с ОС. В алгоритм входит функция формирования управляющего импульса на сетку тиратрона (прерывателя тока).

Разработка модернизированной системы управления и контроля подразумевает создание сопряжения генератора с персональным компьютером оператора для сбора данных – результатов работы устройства. Более объемная информативность делает экспериментальные исследования значительно облегченными и точными. На основе полученных результатов возможен выбор параметров для оптимального режима работы генератора в условиях конкретного применения.

Предварительные запуски системы на микроконтроллере, с заложенной в него управляющей программой, на эмуляторе – макетной плате, – показывают удовлетворительные результаты, на основании которых сделан вывод о работоспособности разработанного алгоритма. Было достигнуто увеличение частоты генерации выходного импульса генератора с 40Гц до 80Гц. Макетная плата представляет в самом упрощенном виде систему микроконтроллерного управления и контроля. Интеграция с реальной схемой генератора подразумевает так же решение таких проблем, как развязка от высоковольтной части, отсутствие задержек в элементах, способных нарушить синхронность процессов зарядки и формирования управляющего импульса, также важно минимизировать затраты на весь проект, сделать устройство компактным и легко управляемым.

### *Библиографический список*

1. Месяц Г.А., Импульсная энергетика и электроника. - М.: Наука, 2004. – 704 с.
2. Ким Д.П., Теория автоматического управления. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. – 288 с.

## **АГЕНТНЫЕ МОДЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

А.А. Изохов

Научный руководитель – Ланцов В.Н.

д.т.н., проф.

**Владимирский Государственный Университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых (ВлГУ)**

С ростом цен на электрическую и тепловую энергию энергосбережение становится важной частью конкурентоспособности в любой отрасли производства [1]. Но зачастую внедрение новых средств и способов энергосбережения в энергосистему объекта может не окупить затраченные на их внедрение средства. Поэтому необходимо еще на этапе проектирования новых энергосистем строить адекватные математические модели систем энергоснабжения объекта и устраивать имитационные эксперименты с этими моделями, чтобы понять принципы работы и предварительно оценить эффективность внедряемых энергосберегающих технологий.

### Роль человека в системах энергоснабжения. Агентная модель человека.

Чем сложнее система, тем сложнее предсказать ее поведение в целом, значит и результаты ее поведения. Рассматривая человека как систему, воздействующую на электроприборы, нельзя однозначно предсказать поведение каждого человека. Но в качестве модели отдельного человека можно использовать агента. Для каждого агента необходимо определить набор правил, согласно которым он будет взаимодействовать с другими агентами и окружением (в данном случае – элементами энергосистемы). Поведение каждого агента можно задавать индивидуально, если есть сведения о поведении личности, моделью которой является агент, или же используя стереотипы [2] – классы агентов, объединенные общим



поведением с последующим наследованием от них других классов с большей детализацией алгоритмов поведения агента.

Агенты-люди воздействуют на электроприборы, по мере необходимости включая и выключая их или переводя в новое состояние энергопотребления. Агенты-люди могут свободно перемещаться между помещениями, если между ними существуют переходы.

#### Агентные модели электроприборов.

Развитием агентной модели энергосистемы объекта может быть использование агентной модели электроприборов [2]. Под «Агентностью» моделей электроприборов здесь понимается не их самостоятельное поведение, формирующее общее поведение системы, а механизм создания и наделения прибора характеристиками энергопотребления. Если все режимы работы электроприбора известны, то его модель можно создать индивидуально. Если какие-либо сведения об энергопотреблении электроприбора отсутствуют, то он также может быть создан с использованием стереотипов и наследования от базовых классов с последующей детализацией параметров (как и в случае с агентами-людьми). Агент-электроприбор всегда привязан к определенному помещению и не может перемещаться. Также электроприбор привязан к определенному участку электросети. Более того, сам электроприбор не переходит в новые состояния (за исключением систем автоматического регулирования). В новое состояние его может перевести только человек-агент или система автоматического регулирования. Каждое состояние электроприбора характеризуется определенной величиной его энергопотребления.

Особый вид электроприбора – система автоматического регулирования. Она может самостоятельно переходить в другие состояния (в зависимости от параметров окружающей ее среды) и вырабатывать команды на переход в другое состояние элементов энергосистемы, взаимодействующих с ней.

#### Мультиагентный подход для моделирования работы энергосетей.

Данный подход позволяет использовать в модели множество агентов различной природы и сред окружения этих агентов [3].

Агенты-люди, обладающие собственными привычками, потребностями и поведением в отношении к электроприборам, активно изменяющие состояние элементов энергосистемы, перемещающиеся между помещениями.

Агенты электроприборы – находятся в определенном состоянии энергопотребления, привязаны к определенному помещению и определенному участку электросети. Изменяют состояние только после воздействия на него агента-человека или системы автоматического регулирования.

Системы автоматического регулирования – особый вид электроприборов, состояние которых также зависит и от параметров окружающей их среды. При изменении значения этого параметра система автоматического регулирования может перейти в новое состояние. В каждом из этих состояний система может вырабатывать выходной сигнал, который может служить командой для перехода в другое состояние для любого зависимого от системы элемента энергосети.

Помещения представляют собой «контейнер» и внешнюю среду для других типов агентов (людей электроприборов и т.д.). Помещение является носителем параметров, изменяющихся во времени, от воздействия других агентов или произвольным образом (например, освещенность, температура воздуха и т.д.).

Наружная среда, как и помещение, обладает набором изменяющихся во времени или произвольным образом параметров (температура, освещенность, скорость ветра и т.д.)

### *Библиографический список*

1. Старостин, Д.Ю. Региональные аспекты стратегического управления энергоэффективностью и энергосбережением в Оренбургской области [Текст] / Д.Ю. Старостин, В.П. Нагорнов // Энергосовет. – 2012. – №4. – С. 16-20.
2. Zhang, T. Modelling Office Energy Consumption: An Agent Based Approach [Текст] Tao Zhang, Peer-Olaf Siebers, Uwe Aickelin // School of Computer Science / University of Nottingham. - 2010. – 15 с.
3. Vidal, J. M. Modelling Office Energy Consumption: An Agent Based Approach [Текст] / Jose M. Vidal. – New-York.: IEEE Press. – 2010. – 155 с.

## **ТЕПЛОВЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ**

И.С. Бобров

Научный руководитель- Краснощекова Г.Ф.

к.т.н., доц.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

В настоящее время все большее распространение получают конструкции специальных устройств, состоящие из скрепленных между собой ячеек, установленных на общем основании, которое, в свою очередь, соединяется с теплоплатой, с применением теплопроводящей пасты. С помощью теплоплаты тепло отводится от ячеек или элементов конструкции.

Тепловой режим определяет работоспособность радиоэлементов. Имеются в виду не только абсолютные значения температур, но и значения теплового потока и характер распределения температур, которые могут привести к возникновению температурных напряжений и деформаций из-за чувствительности материалов микроэлектроники к температурным напряжениям и деформациям. Неудачная совокупность теплофизических свойств материалов может вызвать механические напряжения, т.е. возникнет тепловое напряженное состояние.

Температурные напряжения определяются условиями закрепления элементов, и характером теплового процесса. Одним из таких напряжений является внутреннее тепловое напряжение.

В общем случае внутреннее тепловое напряжение возникает независимо от условий закрепления. Такие напряжения встречаются на кристаллах и подложках при наличии тепловых потоков диэлектрических потерь.

Если в стационарном режиме удельная мощность потерь равна  $q$ , то уравнение теплопроводности имеет вид:

$$-\lambda \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = q$$

где  $\lambda$  - коэффициент теплопроводности;  $T$  - установившаяся температура.

Интегрируя с учетом температурных условий, получим распределение температур по оси  $x$ :

$$T = T_m - \frac{qx^2}{2\lambda}$$

где  $T_m$  - температура в центре кристалла.

Деформация  $\varepsilon$  и температура  $T$  связаны между собой соотношением

$$\begin{aligned} \varepsilon &= \alpha_T (T - T_0) \\ \frac{\partial^2 \varepsilon}{\partial x^2} &= \alpha_T \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} = -\frac{q}{\lambda} \end{aligned}$$

где  $\alpha_T$  - температурный коэффициент;  $T_0$  - начальная температура. Тогда, интегрируя, получим

$$\varepsilon = \varepsilon_m - \frac{qx^2}{2\lambda}$$

где  $\varepsilon_m$  - деформация в центре.

При деформации без закрепления напряжение будет зависеть только от распределения температуры.

Разработана программа расчета температурных напряжений.

#### *Библиографический список*

Молин С.М. Проблемы обеспечения динамических испытаний сложных изделий машиностроения // Приборостроение в XXI веке- 2011. Интеграция науки, образования и производства: сб. материалов Всероссийской НТК.- Ижевск: Изд- во ИЖГТУ, 2012.- С.64- 70.

### **ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА PGA В ПАКЕТЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ MATLAB**

П.Б. Никишкин

Научный руководитель - Витязев С.В.

к.т.н., старший научный сотрудник

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Среди бурно развивающихся систем компьютерной математики (СКМ), в первую очередь ориентированных на численные расчеты, особо выделяется матричная математическая система MATLAB. Из-за большого числа поставляемых с системой пакетов расширения, система MATLAB является самой большой из СКМ, ориентированных на персональные компьютеры. Система фактически стала мировым стандартом в области современного математического и научно-технического программного обеспечения [1].

Эффективность MATLAB обусловлена прежде всего ее ориентацией на матричные вычисления с программной эмуляцией параллельных вычислений и упрощенными средствами задания циклов. Последние версии системы поддерживают 64-разрядные многоядерные процессоры, что обеспечивает высочайшие показатели по скорости вычислений и скорости математического имитационного моделирования [1].

В MATLAB удачно реализованы средства работы с многомерными массивами, большими и разреженными матрицами и многими типами данных. Система прошла многолетний путь развития от узко специализированного матричного программного модуля, используемого только на больших ЭВМ, до универсальной интегрированной СКМ, ориентированной на массовые персональные компьютеры класса. MATLAB имеет мощные средства диалога, графики и комплексной визуализации вычислений [1].

Без пакетов расширения MATLAB представляет собой мощную операционную среду для выполнения огромного числа математических и научно-технических расчетов и вычислений, создания пользователями своих пакетов расширения и библиотек процедур и функций. В разработке пакетов расширения для MATLAB принимают участие многие научные школы мира и ведущие университеты. Многие пакеты охватывают крупные направления науки и техники, такие как оптимизация отклика нелинейных систем, моделирование устройств и систем механики и энергетики, обработка сигналов и изображений, вейвлеты, биоинформатика, генные алгоритмы, нечеткая логика, нейронные сети и т.д [1].

Для оценки эффективности реализации алгоритма PGA (Phase Gradient Autofocus - метод оценивания градиента фазовой ошибки) использовалась именно система MATLAB. Прежде чем переходить к оценке эффективности, рассмотрим особенности алгоритма PGA.

Первые упоминания о методе появились в 1989 году. Алгоритм PGA широко используется в радарх с синтезированной апертурой для устранения размытия изображения, вызванного движением носителя РСА (радиолокационная станция с синтезированной апертурой антенны). Метод PGA доказал свое превосходство над другими методами автофокусировки. Стандартный алгоритм PGA работает только при облучении объекта РСА. Метод PGA включает следующие основные этапы: смещение центра, выделение нужного участка, оценка градиента фазы и её последующее устранение [2].

Началом для создания метода PGA послужили недостатки инверсной фильтрующей техники. Сама по себе, точечная цель в изображении может быть не достаточно мощной или изолированной от других целей для обеспечения достоверной оценки фазовой ошибки. Алгоритм PGA использует разницу усредненных решений простого ad hoc метода оценивания фазовой ошибки. Это делается путем объединения дефокусированной информации из суммарного сигнала точечных целей с оптимальными правилами теории статистической оценки [3].

Метод PGA содержит несколько важных этапов, которые включают в себя: нахождение центра спектра суммарного сигнала точечных целей, выделение необходимых значений спектра (оконная функция), оценка разности фаз, и последующая коррекция [2].

На первом этапе производится взятие отсчетов действительной и мнимой компонент комплексного сигнала каналов дальности, длиной в один интервал синтеза.

На втором этапе производится нахождение каналов дальности с мощным отражением, запоминание порядковых номеров найденных каналов.

На третьем этапе осуществляется нахождение граничных значений (порога) спектра сигнала. Значения которые находятся вне порога обнуляются (применяется оконная функция).

На четвертом этапе производится оценка фазовой ошибки, как производная градиента фазы исследуемого сигнала.

На пятом этапе производится перемножение во временной области обрабатываемого сигнала и корректирующей функции полученной в результате выполнения этапа 4.

На шестом этапе выполняется получение изображения в режиме доплеровского облучения луча. В данном режиме пиксели изображения выбираются из спектра сигнала.

#### *Библиографический список*

1. В.П. Дьяконов MATLAB 7.\*/R2006/R2007: Самоучитель. - М.: ДМК Пресс, 2008. - 768 с.
2. D.G. Thompson, J.S. Bates, D.V. Arnold D.G. Long Extending the Phase Gradient Autofocus Algorithm for Low-Altitude Stripmap Mode SAR. - IEEE, 1999 - 564-566 p.
3. D. Zhu, R. Jiang, X. Mao, Z. Zhu Multi-Subaperture PGA for SAR Autofocusing. - IEEE Transactions on Aerospace and electronic systems vol.49, NO. 1 January 2013 - 468-488 p.
4. C.V. Jakowatz, D.E. Wahl, P.H. Eichel, D.C. Ghiglia, P.A. Thompson Spotlight-mode synthetic aperture radar: a signal processing approach. - Springer Science+Business Media, Inc 1996 - 448 p.

### **СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ СВЕТОФОРА НА ОСНОВЕ ОТЛАДочНОЙ ПЛАТЫ STM32L-DISCOVERY**

Н.А. Гривин, П.М. Смирнов

Научный руководитель – Благодаров А. В.

к.т.н., доц.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В качестве учебного пособия к курсу «Программирование микроконтроллеров» нами была разработана действующая модель светофора. Основой модели является отладочная плата STM32L-Discovery от фирмы ST Microelectronics на базе микроконтроллера STM32L152RB6.

Модель позволяет наглядно продемонстрировать процесс работы светофора на уличном перекрестке.

Конструкция модели позволяет разместить ее на стене в виде стенда или положить на стол для более детального знакомства. При этом студенты, знакомящиеся с моделью, имеют возможность написать и загрузить в микроконтроллер новую программу.

Конструктивно модель представляет собой фанерный щит размером, соответствующим бумажному листу формата А1, на который наклеено изображение уличного перекрёстка и установлены четыре объемных макета светофоров. Каждый светофор содержит шесть ярких светодиодов диаметром 10мм: два красных, два жёлтых и два зеленых. В нижней части щита размещена отладочная и интерфейсная платы, а также коммутационные колодки для подключения кабелей.

Цветное изображение перекрёстка отпечатано на самоклеющейся пленке формата А1.

Интерфейсная плата содержит силовые ключи для управления светодиодами. Она разработана и собрана самостоятельно с использованием макетной платы. В качестве ключей используются полевые транзисторы КП505А.

В схеме предусмотрено 12 независимых каналов управления группами светодиодов, что соответствует логике работы перекрестка. Каждая группа содержит по два светодиода.

Программа, загруженная в микроконтроллер, управляет каждым каналом светодиодов, реализуя обычный порядок работы светофоров на перекрёстке.

Программа написана на языке Си с использованием среды программирования Keil uVision. При этом использовалась операционная система реального времени Keil RTX.

Для загрузки программы в микроконтроллер и ее отладки использовался программатор ST-Link, который штатно интегрирован в отладочную плату STM32L-Discovery.

Предполагается, что использование модели позволит студентам, изучающим основы программирования микроконтроллеров, более наглядно представить себе предметную область, сделает процесс знакомства с микроконтроллерами творческим и интересным.

## **СТРУКТУРА НЕЛИНЕЙНОГО МНОГОТАКТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ «ВРЕМЕННОЙ ИНТЕРВАЛ-КОД»**

А.И. Комова, А.В. Антоненко

Научный руководитель – Челебаев С.В.

К. Т.Н., доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

При структурно-алгоритмической организации нейросетевых (ИНС – искусственная нейронная сеть) функциональных преобразователей информации (ФПИ), реализующих функцию преобразования импульсно-аналоговых сигналов на базе аппаратных средств, целесообразно выделить два основных принципа действия сети нейронов: 1) непрерывного; 2) циклического принципа действия. В соответствии с этими режимами различают:

- 1) однотоктные ИНС-преобразователи (непрерывного принципа действия);
- 2) многотоктные ИНС-преобразователи (циклического принципа действия).

В качестве примера многотоктного циклического принципа действия в работе рассматривается многотоктный ИНС-преобразователь  $\tau \rightarrow N$

«временной интервал-код», который реализует кусочно-линейную аппроксимацию заданной функции преобразования согласно выражению:

$$N_y = N_0 + \sum_{i=1}^n \left( \frac{\tau_i}{2^k T_0} \cdot (N_i - N_{i-1}) \right) + \frac{\tau'_x}{2^k T_0} \cdot (N_{n+1} - N_n),$$

где  $\tau'_x = \tau_x - \sum_{i=1}^n \tau_i$ ;  $\tau_x$  - преобразуемый временной интервал; при

$\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots = \tau_i = \tau_{макт}$  значение  $n = Ent\{\tau_x / \tau_{макт}\}$ ;  $\tau_{макт} = \tau_{макс} / m$  - длительность такта преобразования;  $\tau_{макс}$  - максимальное преобразуемое значение временного интервала;  $m$  - количество поддиапазонов преобразования и максимальное количество тактов преобразования;  $N_i$  - коэффициенты аппроксимирующей зависимости,  $i = [0, m + 1]$ ;  $N_y$  - результат преобразования, представленный в двоично-позиционном коде.

Структура многотактного ИНС-преобразователя «временной интервал-код» включает в себя две составляющие: нейросекцию «временной интервал-код» и схему управления сетью. Нейросекция «временной интервал-код» осуществляет непосредственно преобразование входной величины в каждом такте преобразования. Схема управления сетью нейросекции «временной интервал-код» осуществляет запуск цикла преобразования, устанавливая  $i$ -й набор параметров  $N_i$  нейросекции.

Если  $m = 2^v$  ( $v$  - количество разрядов счетчика  $C_m$  тактов), то  $n$  может интерпретироваться как старшая часть кода  $N_y$ . При этом количество разрядов счетчика  $C$  в составе нейросекции становится на  $v$  разрядов меньше и равно  $k - v$ .

При построении ФПИ с использованием циклического принципа действия вычислительный процесс разворачивается во времени, что приводит к сокращению избыточности структуры преобразователя и необходимости применения схемы управления сетью.

## **МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА CLOPE С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КЛАСТЕРИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ОБЪЕМОВ ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДАННЫХ**

В.А. Конев

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

При анализе транзакционных данных основные трудности, помимо высокой размерности массивов информации, вызывает то, что основные характеристики транзакции – свойства, - принадлежат разным типам, как числовым, текстовым, так и категорийным. Для решения данной проблемы на практике вместо традиционных алгоритмов кластеризации, способных обрабатывать только один тип данных, принято применять специальные алгоритмы, одним из которых является алгоритм CLOPE [1].

Однако, несмотря на очевидные достоинства, данный алгоритм обладает рядом недостатков: он не учитывает веса характеристик и веса значений

характеристик, которые также могут повлиять на результат кластеризации [3]. В связи с этим были проведены исследования по модификации алгоритма и поиску наилучших путей устранения его недостатков.

Исследование работы алгоритма проводилось на данных The mushroom dataset [2]. В ходе работы был подтвержден высокий потенциал и эффективность структуры данного алгоритма. Были сделаны выводы о том, что реализация возможности обработки транзакционных данных влечет за собой полную замену математического аппарата. Вследствие чего было принято решение о разработке собственного алгоритма и использовании лишь общих принципов алгоритма CLOPE.

Целью следующего этапа является разработка каркасного варианта алгоритма кластеризации числовых данных, ориентированного на объединение с алгоритмом кластеризации категориальных данных. Окончательные значения параметров математического аппарата имеет смысл задавать лишь после этапа отладки и тестирования гибридного варианта алгоритма, позволяющего обрабатывать гетерогенные данные.

#### *Библиографический список*

1. Yang Y., Guan X., You J. CLOPE: A Fast and Effective Clustering Algorithm for Transactional Data: статья - Dept. of Computer Science & Engineering., Shanghai Jiao Tong University, Shanghai, 2002.
2. <https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Mushroom>
3. Конев В.А. Проблема выбора адекватного инструментария для решения задач кластеризации транзакционных данных: статья - Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр. /Под ред. А.Н. Пылькина – Рязань (РГРТУ), декабрь 2013. – 152 с.



**Секция 7**  
**Разработка САПР на базе CALS-технологий**

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ  
СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ  
ПРОГРАММАХ**

А.С. Тарасов

Научный руководитель – Бакулев А.В., к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Большинство современных мобильных устройств содержит огромное количество разнообразных датчиков и сенсоров. Это и датчик освещенности, и компас, и GPS, и иногда даже барометр и термометр.

Каждый из сенсоров обладает широким спектром использования. А совмещая работу нескольких из них, удастся значительно расширить диапазон их использования.

В данной работе рассматривается связка компас/GPS для определения азимута (направления движения) и расстояния до некоторого объекта.

Сложность использования системы заключается в том, что географические координаты представлены особой, основанной на сферической, системой координат, а связку двух точек (текущее и конечное положения) удобнее всего представить в полярной системе координат. Решение этой задачи было математическим и выражается следующей формулой:

$$\begin{cases} l = \sqrt{(\Delta x * C_1)^2 + (\Delta y * \cos x_0 * C_2)^2} \\ \varphi = \arctg\left(\frac{\Delta y * \cos x_0}{\Delta x}\right), \text{ если } y_0 < y_n \\ \varphi = \arctg\left(\frac{\Delta y * \cos x_0}{\Delta x}\right) + \pi, \text{ если } y_0 \geq y_n \end{cases}$$

Где  $x_0$  и  $y_0$  - географические координаты текущего положения устройства

$x_n$  и  $y_n$  - географические координаты конечного пункта навигации

$\Delta x$  и  $\Delta y$  - значения разницы текущего и конечного положения

$C_1$  и  $C_2$  - константы, отвечающие за линейную зависимость координат. Выведены они были на основе длины экватора и нулевого меридиана.

Однако данная формула будет работать только в том случае, когда устройство ориентировано строго на север. Вычитанием из найденного угла значения азимута угла отклонения телефона  $\varphi_k$ , мы получим уже непосредственно отклонение телефона от конечного пункта движения.

Дополнительно при наложении компаса на карту следует учитывать магнитное склонение - угол отличия направления на географического северного полюса и магнитного северного полюса. В VisualStudio данная функция заложена уже внутри класса самого сенсора, потому делать дополнительные поправки не требуется.

Спектр использования данной системы очень велик, начиная от поиска своего автомобиля на стоянке гипермаркета и заканчивая нахождением достопримечательностей во время путешествий.

Результатом моей работы стал модуль, предназначенный для приложений Windows Phone, который может быть свободно встроен в

пользовательский код и может выступать как в роли графического элемента управления, так и в роли отдельного класса с рядом необходимых функций.

*Библиографический список*

1. Бакулева М.А., Бакулев А.В. Применение вейвлет-преобразования для анализа данных хранилища. Вестник РГРТУ. Научно-технический журнал. Выпуск 21. Рязань: РГРТУ, 2007. С. 57-60.
2. Бакулева М.А., Бакулев А.В. Построение ассоциативных правил на основе дифференцирования графовой модели анализируемой выборки // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 86-89.
3. Бакулева М.А., Бакулев А.В., Авилкина С.В. Новые информационные технологии в формировании единого информационного пространства при изучении графов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО: науч.-практич. журнал. - М.: МЭСИ, 2013. №4. 185 с. - С. 3-5.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДРЕВОВИДНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОМПОНОВКИ ЭС**

А.И. Усков

Научный руководитель – Горин В.С. к.т.н., доц.

Многие древовидные алгоритмы, реализующие схему динамического программирования и использующие модели задач нелинейного программирования, предусматривают непосредственное вычисление рекуррентных соотношений. При этом процесс вычисления оказывается весьма трудоемким. Существенное снижение вычислительной сложности с получением приемлемых результатов позволяют получить древовидные алгоритмы, включающие в точную схему ветвления эвристические приемы, сокращающие множества порождаемых на каждом шаге частичных решений.

В докладе рассматривается комбинаторная постановка задачи компоновки принципиальных схем, использующая в качестве критерия оптимизации минимум внешних выводов формируемых подсхем. То есть задача заключается в выборе из множества допустимых по условиям комбинаций элементов такого подмножества, для которого выполняются заданные ограничения и достигается минимум функционала.

Для решения задачи использованы идеи общей схемы последовательного анализа вариантов.

Снизить трудоемкость комбинаторного перебора предлагается путем введения в него эвристик. Для этого формирование очередного подмножества, из которого выбирают конечное множество допустимых по условиям задачи подсхем, производится с помощью эвристического алгоритма компоновки по связности. Очевидно, количество порождаемых в этом случае вариантов будет существенно меньше количества вариантов, порождаемых точной схемой алгоритма. Такой подход, с одной стороны, не позволяет получить в общем случае оптимальное решение, однако получаемые решения, по крайней мере, не уступают по качеству результатам эвристических алгоритмов. С другой стороны, увеличивая

мощность формируемого эвристическим алгоритмом связного подмножества, оптимальное решение можно все-таки получить.

При необходимости можно дополнительно уменьшить комбинаторный перебор, если ограничить число рассматриваемых вариантов частичных решений на каждом шаге, отбирая только варианты с лучшими оценками. В этом случае количество рассматриваемых вариантов следует выбирать исходя из имеющихся ресурсов компьютера.

## **ФОРМАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И СОКРАЩЕНИЯ РИСКОВ КАЧЕСТВА СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ**

В.Г. Псоянц

Научный руководитель – Таганов А.И. д.т.н., проф.

Современный рынок программной продукции характеризуется ранее не виданной конкуренцией, а каждое предприятие разработчик испытывает трудности с получением выгодных заказов, если оно не способно качественно, в срок и с минимальными рисками обеспечить выпуск программной продукции соответствующий требованиям заказчика.

Жизненный цикл сложных программных проектов сопровождается множеством факторов неопределенностей и связанных с ними рисков. Одними из таких рисков являются риски связанные с критериями качества процессов программного проекта.

Современные методологии управления рисками, такие как PMBOK, SEI, Riskit, PJM, MSF и так далее обладают развитыми методами поддержки проектных и управленческих решений, однако лишены возможности оценки рисков по критериям качества в условиях лингвистической неопределенности. Формализация методов анализа и сокращения рисков качества процессов проекта является одним из методов решения вышеописанной задачи и состоит из последовательности взаимосвязанных этапов.[1,2,3,4]

Суть первого этапа заключается в подготовке исходных данных, таких как: описание системы и внешней среды, определение целей и функций проекта, формирование группы экспертов для анализа угроз и управления рисками качества.

Второй этап заключается в выделении, идентификации и анализе угроз. К ним относятся: выделение источников угроз нарушающих выходящие за рамки указанных требований, отбор и идентификация основных угроз, анализ причин возникновения угроз.

Третий этап направлен на оценивание опасности угроз и рисков качества и выбор контрмер для их сокращения. К ним относится: оценивание возможных последствий и приоритетов возникновения угроз и рисков ситуации, ранжирование угроз по опасности, распределение ресурсов на контрмеры.

Четвертый этап связан с сокращением и ликвидацией опасных рисков качества. Главная задача данного этапа состоит в реализации контрмер и регистрации результатов по сокращению интегрального риска проекта.

Пятый этап включает в себя контроль, регистрацию, мониторинг и утверждение допустимого интегрального риска качества процессов проекта.[6,7]

Разработка формальных методов анализа и сокращения рисков качества, согласно приведенным этапам основывается на эффективном применении нечеткой логики, использовании моделей и методов теории нечетких множеств и прикладных методов, обеспечивающих идентификацию и разрешение лингвистической неопределенности по этапам ЖЦ программного проекта. Дальнейшим расширением методов решения данной задачи является применение принципов нечетких сетей Петри, GERT-сетей и нечетких нейронных сетей.[5]

Таким образом, на основе проведенного системного исследования разработана формализованная методика анализа и сокращения рисков проектов сложных программных систем по критериям качества в условиях лингвистической (нечеткой) неопределенности. Данный подход является полноценным функциональным расширением известных методологий управления рисками и может использоваться на всех этапах ЖЦ программного проекта.

#### *Библиографический список*

1. Липаев В.В. Анализ и сокращение рисков проектов сложных программных средств. М.: Синтег, 2005. 224 с.
2. Липаев В.В. Процессы и стандарты жизненного цикла сложных программных средств: справочник. М.: Синтег, 2006. 276 с.
3. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганов Р.А. Программный метод управления рисками качества проекта информационной системы. Известия Беларускай инженерной академии. 2004. №1. С.168.
4. Таганов А.И., Таганов Р.А. Метод определения важности субъективно связанных рисков качества программных проектов. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2002. №10. С. 59.
5. Таганов А.И. Применение нечетких множеств для формализации процессов анализа и идентификации важности рисков программного проекта. Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии» - Москва –Воронеж. Выпуск №4(30), 2007. –С.46-51.
6. В.Г. Псоянц, С.С. Косоруков. Критерии оценки качества программного проекта. Сборник информационные технологии рязанского государственного радиотехнического университета. - Рязань, 2014. - С. 99-103.
7. В.Г. Псоянц. Оценка качественных и количественных характеристик управления рисками программных проектов. Сборник новые информационные технологии в научных исследованиях рязанского государственного радиотехнического университета. - Рязань, 2013. - С. 169-170.

### **ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Д.М. Цыбулько

Научный руководитель – Пруцков А.В. к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Современный процесс разработки программного обеспечения представляет собой сложный процесс, представляющий последовательность этапов. Одним из таких этапов является поддержка программного продукта. Чем сложнее проект, тем большие затраты и

человеческие ресурсы необходимы для его сопровождения. Как правило, поддержка продукта сводится к исправлению ошибок и добавлению новых функций. Однако, существуют предметные области, программное обеспечение которых требует внесения изменений в поведение программы на этапе поддержки. В качестве примера можно привести бухгалтерский учет, где со временем меняются законодательные акты, а, следовательно, требуется внести необходимые изменения в программу. Как правило, для этого требуется найти нужное место в исходном коде в программы, отвечающее за данное поведение, внести изменения и провести отладку. Данные операции способен проделать только высококвалифицированный специалист, как правило, причастный к разработке данного программного продукта. В конечном итоге все это приводит к увеличению бюджета на поддержку программного продукта у заказчика.

Внесение изменений можно упростить, если выделить в предметной области ключевые элементы, зависящие от изменений. Ключевые элементы необходимо вынести из программного кода и предоставить пользователю возможность изменять их. При этом, способ редактирования должен быть прост и понятен специалисту в данной предметной области, владеющему азами программирования.

Предлагается подход, получивший название проблемно-ориентированного объектного программирования (ПООП) [1], который обладает следующими преимуществами:

- содержит минимальное количество структур и инструкций;
- позволяет учитывать особенности предметной области;
- является простым в освоении.

В результате, данный подход предполагает использование только одного элемента, названного объектом. Объект содержит секцию параметров и секцию условий для команд и перехода к другим объектам. Типы объектов выбираются исходя из специфики предметной области и понятны специалистам в них. Множество объектов и переходов между ними образуют сценарий – программу ПООП. Сценарии выполняются с помощью специального приложения – интерпретатора, который взаимодействует с целевой системой с помощью программного интерфейса, обеспечивая выполнение сценария. Преимуществом данной архитектуры является то, что существенно упрощен процесс изменения поведения программы, так как вместо изменения исходного кода и перекомпиляции программы необходимо всего лишь внести изменение в сценарий, используя графический редактор. При этом пользователю не требуется обладать специфическими знаниями о языках программирования, базах данных, которыми владеют разработчики программных продуктов. Пользователю достаточно обладать знаниями в конкретной предметной области и составить последовательность действий для выполнения требуемого сценария.

ПООП обладает следующими ключевыми особенностями:

- 1) ПООП – это универсальный язык программирования, понятный непрограммистам;
- 2) ПООП никогда не станет сложнее;
- 3) ПООП не надо обучаться, с ним достаточно познакомиться.

Предлагаемый подход ПООП позволит существенно упростить процесс поддержки программный продуктов и уменьшить его стоимость, так как вносить изменения и менять порядок работы системы смогут сами пользователи, при этом не являющиеся профессиональными программистами. Программные системы, использующие ПООП, могут иметь широкое применение в следующих областях [2]: программные комплексы, основанные на законодательных актах; медицинские программные комплексы, базы знаний в виде производственных правил; сценарии порядка работы программных систем и многих других.

#### *Библиографический список*

1. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Проблемно-ориентированное объектное программирование // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2013. – № 45. – С. 57-62.
2. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Применение проблемно-ориентированного объектного программирования для описания порядка работы интеллектуальных и информационных систем // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – 2014. – № 47. – С. 92-97.

### **ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САПР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ**

И.В. Дрожжин

Научный руководитель – Корячко В.П. д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе рассмотрены современные концепции применения принципов и средств ИПИ (CALS)-технологий для решения актуальной задачи информационного сопровождения всех стадий жизненного цикла высокотехнологичных радиоэлектронных изделий [1], построенных на основе печатных плат, и предложены решения по созданию интегрированной САПР печатных плат.

Проектирование многослойных печатных плат(МПП) – сложный процесс, включающий в себя множество различных этапов, технологических операций, применяемых методик по управлению качеством и технологичностью, характеризующийся специфичностью производства на основе применения прецизионного автоматизированного оборудования, состав которого постоянно модернизируется. В связи с этим накладываются определенные требования на системы САПР по гибкости и оперативной настройке на новые более совершенные технологии производства МПП.

Современные САПР конструкторско-технологического проектирования(КТП) МПП базируются на модульном построении САПР и на использовании общих баз данных и баз знаний на всех этапах выполнения проектов. Эти системы характеризуются широкими возможностями моделирования и контроля проектных решений [2,3]. Однако, комплексы специализированного программного обеспечения(СПО), на сегодняшний день, не покрывают в полном объеме весь комплекс задач, которые приходится решать специалистам на этапе

технологической подготовки производства МПП. Требуется к применению сквозные интегрированные САПР, которые имеют альтернативные алгоритмы реализации отдельных проектных процедур и позволяют гибкую настройку на требования технологий производства МПП. При этом термин «Интегрированные САПР» подразумевает пакеты, которые в комплексе выполняют функции CAD/CAM/CAE/PDM систем автоматизированного проектирования (рис.1):

- Computer-aided design (CAD-системы) – решение конструкторских задач, оформление КД;
- Computer-aided manufacturing (CAM-системы) – проектирование обработки изделий на станках с ЧПУ;
- Computer-aided engineering (CAE-системы)– предназначена для инженерных расчетов.



Рис.1. Система интеграции данных по стадиям жизненного цикла производства МПП

### Библиографический список

1. Корячко В.П., Таганов А.И., Таганова Е.А Реализация электронной информационно-образовательной среды для подготовки кадров в области CALS (ИПИ)-технологий // Сборник статей конференции «Влияние образовательных технологий на развитие регионов» - М.:МЭСИ, 2003. - С. 78-86.

2. Технологии в производстве электроники. Часть III. Гибкие печатные платы / Под общ. ред. А.М. Медведева и Г.В. Мылова - М.: "Группа ИДТ", 2008. - 488с.

3. К.И.Билибин, А.И.Власов, Л.В.Журавлева, Э.В.Мысловский, О.Д.Парфенов, Е.В.Пирогова, В.А.Шахнов, В.В.Шерстнев. Под общей редакцией В.А.Шахнова. Конструкторско-технологическое проектирование электронной аппаратуры. Учебник для вузов. Издание второе, переработанное и дополненное. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2005. - Информатика в техническом университете. - 568с.

## **ВЕБ-СЕРВИС I-GIS ПОИСКА И ОТОБРАЖЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ**

А.Н. Имамутдинов, Г.Р. Габдрахимова, А.В. Сидоров  
Научный руководитель – Михеева Т.И.  
д.т.н., проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

До недавнего времени геоинформационные системы (ГИС) использовались исключительно для решения узкоспециализированных задач. С развитием и популяризацией глобальной сети Интернет произошел рост спроса на ГИС в самых различных областях науки и знаний для решения задач учета, поиска и отображения пространственной информации. Современные ГИС являются интегрированными, т.к. совмещают в себе данные и технологии.

Для решения задач визуализации, поиска и доставки конечному пользователю пространственных данных разработан веб-сервис i-GIS.

Веб-сервис i-GIS реализован на основе технологии «клиент-сервер». Клиентская часть сервиса представляет интерфейс пользователя, реализованный с использованием языка гипертекстовой разметки HTML, каскадной таблицы стилей CSS и прототипно-ориентированного языка сценариев JavaScript. Таким образом, внешний вид клиентской части сервиса формируется за счет синергии HTML, CSS и JavaScript.

Серверная часть принимает запросы от клиента, выполняет операции (поиск, сохранение, удаление пространственных данных), после чего формирует ответ в виде веб-страницы, соответствующей запросу пользователя, и отправляет её клиенту по сети с использованием протокола HTTP. Протокол HTTP является стандартом взаимодействия, регулирующим порядок направления запросов и получения ответов – процесса, происходящего между браузером, запущенным на компьютере конечного пользователя, и веб-сервером. Серверная часть сервиса реализована с использованием Yii framework, написанного на языке PHP.

Визуализация пространственных данных невозможна без использования электронной карты местности. Для решения задач отображения электронной карты и пространственных объектов на стороне клиента в i-GIS используется JavaScript-библиотека OpenLayers, которая позволяет создать веб-интерфейс для отображения картографических многослойных материалов.

Хранение географических данных осуществляется с помощью объектно-реляционной системы управления базами данных PostgreSQL и расширения PostGIS, позволяющего работать с пространственными данными. Объекты, отображаемые на карте, выбираются с помощью функций PostGIS или обычных SQL-запросов и отображаются на карте с помощью библиотеки OpenLayers.

i-GIS обеспечивает интерактивное взаимодействие пользователя с интерфейсом веб-сервиса. Поиск пространственных объектов осуществляется с помощью поисковой строки и на карте местности. По клику на электронной карте сервис определяет пространственные данные



объекта, координаты которого совпадают с координатами клика. Клиентская часть сервиса получает координаты клика на карте и с помощью AJAX-запроса передает их серверной части. На стороне сервера выполняется запрос к базе данных, в которой хранятся объекты карты. Запрос вызывает хранимую функцию PostGIS, определяющую объект, которому принадлежит точка с полученными от клиента координатами. Объект хранит пространственную информацию о себе, которая используется при выделении на электронной карте. Обработав запрос, сервер посылает ответ клиентской части i-GIS, которая на основе полученных данных выделяет объект на карте как показано на рисунке.

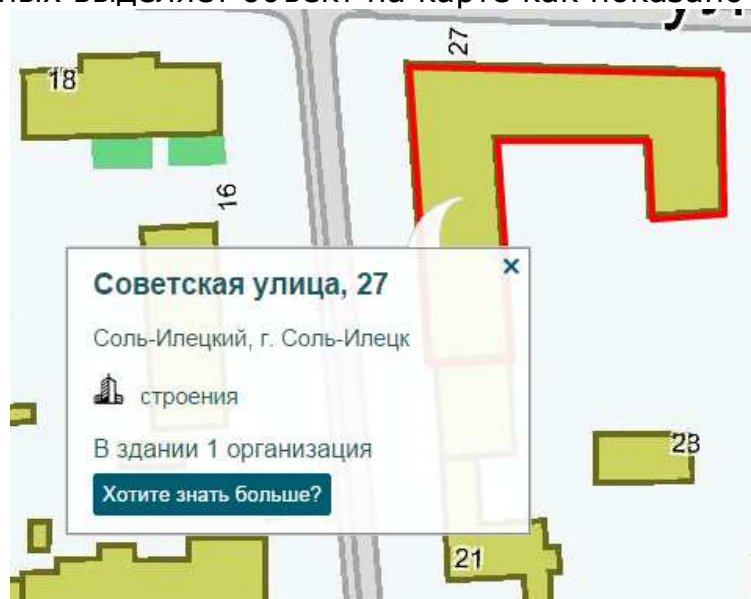


Рис. Выделение объекта на электронной карте

Симбиоз геоинформационных и веб-технологий в i-GIS обеспечивает:

- простоту администрирования ГИС, т.к. исчезает необходимость тиражирования данных и программного обеспечения для ГИС, обновление происходит централизованно, в одном месте на сервере;
- унификацию пользовательского интерфейса, т.к. для работы приложения на стороне клиента требуется только веб-браузер;
- отсутствие длительного процесса установки приложения на стороне клиента.

Внедрение i-GIS позволит упростить поиск пространственных объектов и ориентирование на карте местности.

#### *Библиографический список*

1. Михеева Т.И., Головнин О.К. Система автоматизированного управления интерактивным контентом / Перспективные информационные технологии для авиации и космоса (ПИТ-2010). Труды межд. конф. с элементами научной школы для молодежи. Самара: СГАУ, 2010. – С. 325.

2. Михеева Т.И., Головнин О.К., Федосеев А.А. Паттерновое проектирование интеллектуальных транспортных систем // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 6; URL: [www.science-education.ru/106-7967](http://www.science-education.ru/106-7967).

3. Никсон Р. Создаем динамические веб-сайты с помощью PHP, MySQL, JavaScript. – СПб.: Питер, 2012. – 496 с.

4. Ловэйн П. Объектно-ориентированное программирование на PHP 5. – М.: ИТ Пресс, 2007. – 224 с.

## **АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТРАССИРОВКИ ПРОВОДНОГО МОНТАЖА**

В.Д. Зотов

Научный руководитель – Горин В.С.

доц.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время трассировку проводных соединений в большинстве случаев производят с помощью жгутов или при помощи прямых проводных соединений. Первый способ более технологичен, но имеет ряд сложностей при проектировании.

Современные САПР непосредственно связаны с 3D моделированием, поэтому необходимо понимать, что решение проектных задач трассировки жгутов сводится к сложным инженерным расчетам при наличии большого числа ограничений. Следует отметить, что практически задача трассировки проводного монтажа сводится к отыскиванию дерева с минимальной суммарной длиной ребер (построению кратчайшей связывающей сети) в пространстве XYZ.

В настоящее время известно несколько основных алгоритмов решения поставленной задачи.

Метод Дж. Краскала основан на последовательном выборе самых коротких связей, не образующих замкнутый цикл с ранее отобранными. Недостатком алгоритма является необходимость на каждом шаге начинать просмотр списка с первого ребра, причем, значительная часть просматриваемых при этом ребер может не удовлетворять условиям включения их в строящееся дерево.

Алгоритм Прима позволяет организовать просмотр только тех ребер графа, которые связывают вершины строящегося поддерева с новыми, еще не присоединенными вершинами.

Алгоритм трассировки проводов в каналах заключается в систематическом поиске всевозможных путей от «источников» к «стокам», увеличивающих поток. Этот алгоритм, несмотря на получаемое «точное» решение, не позволяет в ряде случаев разъединить жгуты на несвязанные подмножества объединяемых проводников.

В докладе рассматривается новый подход, заключающийся в представлении жгутов в виде «деревьев», ветви которых объединяют контакты соседних рядов регулярных позиций разъемов.

В рассматриваемой постановке задачи нет ограничений на размеры и количество соединяемых контактов разъемов. Возможно соединение контактов различными типами проводников (кабелями, «витыми парами», изолированными проводниками с различными размерами сечений). Дана математическая постановка задачи и приведены точный и приближенный алгоритмы решения, основанные на схеме метода ветвей и границ и

содержащие эвристические включения, снижающие вычислительную сложность алгоритма.

## КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ НЕЧЕТКИХ ОТНОШЕНИЙ

Е.А. Клена

Научный руководитель – Бакулева М.А., к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе рассматривается алгоритм кластеризации данных при помощи нечетких отношений, особенности его реализации, недостатки и преимущества данного алгоритма.

Задача кластеризации состоит в разделении исследуемого множества объектов на группы «похожих» объектов, называемые кластерами [1]. Решением задачи является отнесение каждого из объектов данных к одному (или нескольким) из заранее неопределенных классов.

Недостатками методов, не использующих нечеткую логику, являются использование для анализа центров кластеров, а не всех данных, и отнесение объектов только к одному из кластеров, а не его частичное распределение по классам. Алгоритм Fuzzy C-Means и алгоритм кластеризации по Гюстафсону-Кесселю устраняют второй недостаток, но накладывают ограничение на форму кластеров, а это, очевидно, далеко не всегда выполняется. Перечисленные недостатки устранены в кластеризации данных при помощи аппарата нечетких отношений.

В рамках решения задачи кластеризации данных при помощи нечетких отношений исследовать алгоритм построения шкалы отношения  $\alpha$ -квазиэквивалентности [1] и разработать его реализацию, а также разработать алгоритм построения кластеров по полученной шкале  $\alpha$ -квазиэквивалентности.

Далее будет рассмотрен алгоритм построения шкалы отношения  $\alpha$ -квазиэквивалентности.

Дано: множество образцов данных  $X = \{x_i\}_{i=1}^Q$  где  $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{in})$ ,  $x_{ij} \in R$ ,  $n$  - размерность образцов данных,  $Q = |X|$  - мощность множества  $X$ .

Найти шкалу отношения  $\alpha$ -квазиэквивалентности на множестве  $X$ .

Принимается соглашение об используемых Т-норме и Т-конорме. Будет использована MIN-норма и MAX-конорма.

Построить для каждого образца данных  $x_i = (x_{i1}, \dots, x_{in})$  нормальную меру сходства по формуле:

$$\mu_{x_q}(x_i) = 1 - \frac{d(x_q, x_i)}{\max_{k \in [1, Q]} (d(x_q, x_k))}, \quad q, i = 1, \dots, Q,$$

где  $d$  – расстояние по Евклиду.

Построить относительно каждого образца данных на основании нормальной меры сходства относительную меру сходства для пар образцов данных:

$$\xi_{x_q}(x_i, x_j) = 1 - |\mu_{x_q}(x_i) - \mu_{x_q}(x_j)|, \quad i, j, q = 1, \dots, Q.$$

Построить меру сходства образцов данных на множестве  $X$  по формуле:

$$\xi(a, b) = T(\xi_{x_1}(a, b), \dots, \xi_{x_Q}(a, b)) = \min_{i=1, Q} \xi_{x_i}(a, b), \quad a, b \in X.$$

Полученное отношение является отношением  $\alpha$ -толерантности на множестве  $X$ .

- Построить транзитивное замыкание отношения меры сходства образцов данных на множестве  $X$ . То есть каждый элемент построенного отношения будет иметь степень принадлежности, вычисляемую по следующему алгоритму:

$$R_{\xi}^1 = R_{\xi}$$

По  $q=2, Q$  цикл

$$R_{\xi}^q = R_{\xi}^{q-1} \square R_{\xi}$$

$$R_{\xi}^{|\mathcal{X}|} = R_{\xi}^Q, \quad r_{ij}^{|\mathcal{X}|} = r_{ij}^Q$$

В соответствии с определением операции композиции нечетких отношений получим формулу для вычисления элементов транзитивного замыкания отношений:

$$r_{ij}^2 = S_{k=1}^Q T(r_{ik}, r_{kj})$$

Построенное отношение  $R_{\xi}^{|\mathcal{X}|}$  есть отношение  $\alpha$ -квазиэквивалентности.

Шкала  $\alpha$ -квазиэквивалентности может быть получена как множество различных элементов отношения, упорядоченных по возрастанию.

Исходными данными для дальнейшего алгоритма построения кластеров являются объекты и шкала  $\alpha$ -квазиэквивалентности.

Каждому уровню шкалы соответствует отношение эквивалентности. Выбор каждого последующего уровня  $\alpha$ -квазиэквивалентности порождает более детальное разбиение множества  $X$ . Более детальное разбиение получается разбиением классов эквивалентности, полученных при использовании предыдущего уровня  $\alpha$ -квазиэквивалентности. Для каждого уровня процесс построения кластеров аналогичен.

Помещаем первый объект в первый класс. Далее в цикле выбираем все последующие объекты для определения их класса. Для каждого объекта проверяем его на принадлежность каждому из предшествующих классов. Если размещаемый элемент с каким-либо из размещенных элементов кластера имеет степень принадлежности отношению  $\alpha$ -квазиэквивалентности менее уровня  $\alpha$ , он должен быть размещен в другом кластере.

В результате работы алгоритма получается набор разбиений в соответствии с уровнями отношения  $\alpha$ -квазиэквивалентности.

К недостаткам рассмотренного алгоритма на основе нечеткой логики можно отнести использование меры близости, не учитывающей близость объектов между собой и всем множеством, а также отсутствие значимости метрик. Алгоритм может быть модифицирован изменением способа вычисления мер сходства объектов.

#### *Библиографический список*

1. Бакулева М.А., Бакулев А.В. Применение вейвлет-преобразования для анализа данных хранилища. Вестник РГРТУ. Научно-технический журнал. Выпуск 21. Рязань: РГРТУ, 2007. С. 57-60.
2. Бакулева М.А., Бакулев А.В. Построение ассоциативных правил на основе дифференцирования графовой модели анализируемой выборки // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 86-89.

З.Бакулева М.А., Бакулев А.В., Авилкина С.В. Новые информационные технологии в формировании единого информационного пространства при изучении графов // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО: науч.-практич. журнал. - М.: МЭСИ, 2013. №4. 185 с. - С. 3-5.

## **АДАПТАЦИЯ МОДЕЛИ В СЕТИ ПРИ НАЗНАЧЕНИИ КОНТАКТОВ И ТРАССИРОВКЕ ЦЕПЕЙ ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ МЕТАЛЛИЗАЦИИ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ**

Н.В.Черемухин

Научный руководитель – Корячко В.П., д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В ряде работ [1], [2], [3] рассматриваются вопросы, связанные с распределением цепей, назначением пинов и "построением обходных путей" для корпусов микросхем сложной конструкции, имеющих большое число контактов (корпус с матрицей шариковых выводов bga, перевернутый кристалл flip-chip). "Построением обходных путей" называется прокладка трасс от контактов одной группы (массива) до его границы.

Основой используемых методов является поиск максимального сетевого потока минимальной стоимости. В работе [3] задача соединения контактов двух типов и распределения трасс решается в несколько этапов. На первом этапе (глобальная трассировка) строится специальная модель, представляющая собой сеть, каждое ребро которой имеет соответствующие емкость и стоимость, назначается сток и исток. Затем в этой сети ищется максимальный поток минимальной стоимости. В работе приводится доказательство того, что данный поток соответствует правильному соединению контактов и распределению трасс с минимальной длиной и без пересечений. На втором этапе (углубленная трассировка) производятся назначение точек пересечения, определение порядка следования цепей, назначение трасс с помощью специальных алгоритмов. В [1] и ряде других работ рассматривается проблема "построения обходных путей" для контактов до границы корпуса микросхемы с матрицей шариковых выводов. Здесь также используется похожая сетевая модель с учетом "диагональной емкости", которая представляет собой количество трасс, проходящих через диагонали квадрата из четырех соседних пинов. В [3] решается задача одновременного назначения контактов и "построения обходных путей" между корпусами двух микросхем. Для прокладки трасс используются несколько слоев печатной платы.

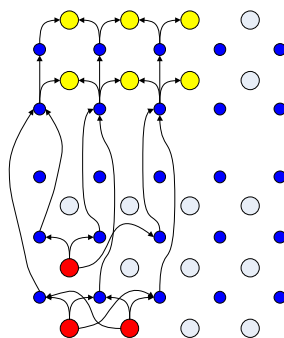


Рис. 1. Упрощенная построенная модель

Данные модели были созданы для технологии производства печатных плат с заполнением переходных отверстий. Для технологии сквозной металлизации, широко используемой на отечественных предприятиях, соответствующие модели являются малоприменимыми, так как они не отражают наличия дополнительных переходных отверстий под выводы bga. В построенной модели (рисунок 1) наличие переходных отверстий отражается в виде ребер, идущих от узлов, обозначающих контактные площадки, к промежуточным узлам. Также ограничения по классу точности производства печатных плат позволяют отказаться от диагональной емкости.

Для получения результатов применения построенной модели требуется программная реализация.

#### *Библиографический список*

1. Tan Yan and Martin D. F. Wong, "Correctly Modeling The Diagonal Capacity in Escape Routing", IEEE Trans. Computer-Aided Design Integr. Circuits And Syst., vol. 31, no.2, Feb. 2012, pp.285-293.
2. Hui Kong, Tan Yan and Martin D.F Wong, "Optimal Simultaneous Pin Assignment And Escape Routing For Dense PCBs", in Proceedings of the ASP-DAC 2010, Jan. 2010, pp.275-280.
3. Jia-Wei Fang, Yao-Wen Chang, "A Network-Flow-Based RDL Routing algorithm for Flip-Chip Design", IEEE Trans. Computer-Aided Design Integr. Circuits And Syst., vol. 26, no.8, Aug. 2007, pp. 1417-1429.

### **МНОГОПОТОЧНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ НА ПЛАТФОРМЕ CUDA**

Д.В. Лунин

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Генетические алгоритмы построены на основе подражания эволюции: каждый метод решения задачи кодируется набором хромосом (методы кодировки могут быть самыми различными), которые могут скрещиваться, мутировать, а также тестироваться на приспособленность при помощи функции решения задачи, которая называется фитнес-функцией.

Поскольку порядок выполнения операций в генетическом алгоритме строго детерминирован (отбор достойных, скрещивание, мутация, переход к следующему поколению), то не всегда их распараллеливание осуществляется тривиально. Существует два подхода к решению этой задачи: полное распараллеливание (у каждого потока имеется своя популяция, с которой он работает, и раз в несколько поколений они сообщаются), и частичное распараллеливание (операции типа скрещивания, отбора и мутации выполняются параллельно, но слежение за поколениями происходит централизованно в главном потоке).

Цель данной работы: исследовать генетические алгоритмы с частичным распараллеливанием на системах с общей памятью на примере решения задачи коммивояжера с помощью генетического алгоритма. В ходе работы было решено остановиться именно на частичном распараллеливании с

условным и безусловным скрещиванием, поскольку данные методы наиболее часто применяются в решении реальных задач при помощи генетических алгоритмов [1].

Реализованный пример многопоточного приложения решает задачу коммивояжера при помощи генетического алгоритма на основе маршрутов, представленных в виде хромосом. При этом использовано условное кольцевое скрещивание, когда постоянно проверяется условие отсутствия данного города в потомке, а пункты маршрута выбираются с начального у первого родителя и с конечного - у второго родителя. При мутации осуществляется полное перемешивание городов в маршруте.

Исследование разработанного приложения показало заметное ускорение по сравнению с последовательной реализацией.

В качестве перспективных направлений расширения исследований в выбранном направлении можно указать:

- разработку и анализ возможностей полностью параллельных вариантов генетических алгоритмов с несколькими популяциями;
- исследование влияния скорости вычисления фитнес-функции и обмена данными между популяциями на производительность генетического алгоритма;
- алгоритмическую оптимизацию реализованных приложений (изменение скрещивания под более ускоренный вариант либо под более точный вариант).

#### *Библиографический список*

1. Банных А.Г., Поромов С.С. Анализ эффективности реализации генетических алгоритмов при использовании вычислений на видеокартах. - Санкт-Петербург, 2011. - 4-6 с.
2. Михеева Л.Б., Скворцов С.В. Синтез параллельного кода для RISC-процессоров с оптимизацией загрузки регистровой памяти. - Информационные технологии, 2002. - 2-9 с.

### **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЙ УСКОРЕННОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ НЕСКОЛЬКИХ ПРОВАЙДЕРОВ СВЯЗИ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗОНАМИ ПОКРЫТИЯ**

М.А. Иванчикова

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время актуальным является вопрос построения оптимальных сетевых структур при формировании телекоммуникационной инфраструктуры регионов, если на территории региона действуют несколько различных операторов связи. Решение данного вопроса, с учетом особенностей каждого провайдера связи, позволяет построить с наименьшими затратами устойчивую и легко модифицируемую сетевую структуру. Поэтому основное внимание уделяется эффективности применяемых в корпоративных сетях процессов маршрутизации.

Загрузка и пропускная способность линий связи корпоративной сети динамически меняются, что в свою очередь, может приводить к частой рассылке служебной информации об изменении маршрутов.

Задача формирования и построения оптимальных маршрутов передачи данных часто формулируется как задача поиска кратчайших путей на графе. При этом вершинами графа являются базовые узлы, а ребрами – каналы связи, соединяющие эти базовые узлы.

Математическую модель корпоративной сети нескольких провайдеров связи с различными зонами покрытия представим в виде неориентированного взвешенного связного мультиграфа  $G = (V, E, W)$ , где  $V$  – множество вершин (узлов связи или маршрутизаторов),  $|V| = N$ ,  $E$  – множество ребер (каналов или линий связи),  $|E| = M$ ,  $W$  – множество весов ребер (стоимость каналов связи между узлами),  $Z$  – множество провайдеров связи,  $|Z| = m$ .

Каждый узел связи  $v_i$  мультиграфа корпоративной сети также имеет свой вес  $s(v_i)$ . Вес узла может определяться, например, числом пользователей, которые подключаются к данному узлу. Однако в случае подключения к узлу каналов связи нескольких провайдеров он выполняет функции по коммутации этих каналов, что, как правило, требует дополнительных затрат. Поэтому вес узла должен учитывать этот фактор, что в нашем случае будет выглядеть следующим образом:

$$s(v_i) = \sum_{i=1}^k s_i(v_j)$$

где  $s_i(v_j)$  – вес узла с номером  $j$ , связанный с обслуживанием каналов провайдера связи с номером  $i$ .

Пусть на мультиграфе  $G$  в некоторый момент времени уже решена задача поиска оптимальных маршрутов до всех узлов множества  $V_s = V \setminus \{v_s\}$  из начального узла  $v_s$ , т. е. построено дерево оптимальных маршрутов с корнем в узле  $v_s$ . Обозначим это дерево как  $T_g$ .

Рассмотрим множество каналов  $E$  мультиграфа  $G$ . По признаку вхождения каналов в дерево  $T_g$  можно разделить исходное множество  $E$  на два подмножества:  $E_T \in T_g$  и  $E_R \notin T_g$ ,  $E_T \cup E_R = E$ .

Множество каналов дерева  $E_T$  – множество каналов дерева  $T_g$  для мультиграфа  $G$ . Для заданного мульти графа  $G$  согласно свойству дерева мощность множества  $E_T$  будет равняться мощности множества  $V$  минус единица  $|E_T| = |V| - 1$ .

Множество каналов замены для дерева  $E_R$  – множество каналов мультиграфа  $G$ , не вошедших в дерево  $T_g$ . При соответствующих условиях некоторый канал связи  $e_{i,j}^x \in E_R$ , инцидентный узлам  $v_i$  и  $v_j$  и обслуживаемый провайдером  $x \in Z$ , может перейти в множество каналов дерева  $E_T$ , заменив собой некоторый канал  $e_{k,p}^x \in E_T$ . При этом инцидентность канала  $e_{k,p}^x$  узлу  $v_i$  или  $v_j$  является обязательным условием. В свою очередь канал  $e_{i,j}^x$  перейдет в множество  $E_R$ . Будем называть такие переходы парными переходами и обозначать  $e_{i,j}^x - e_{k,p}^x$ .

Парные переходы возможны в двух случаях: при уменьшении веса канала связи  $e_{k,p}^x$  до некоторого порогового значения и при увеличении веса канала  $e_{i,j}^x \in E_T$ . При этом возможен такой случай, при котором изменение веса канала связи  $e_{i,j}^x \in E_T$  повлечет за собой исключение



некоторого канала  $e_{o,u}^x \in E_T$  и включение в это множество канала  $e_{k,p}^x \in E_R$ . Изменение веса канала связи  $e_{k,p}^x \in E$  может привести к одному или нескольким парным переходам, но может и не привести к перестановкам, вследствие чего конфигурация дерева оптимальных маршрутов не изменится. Количество парных переходов зависит от величины изменения и положения канала связи в дереве оптимальных маршрутов (для каналов  $e_{i,j}^x \in E_T$ ). Любой канал связи  $e_{i,j}^x \in E$  может попасть в дерево  $T_g$  только посредством срабатывания парного перехода.

Для каждого канала связи  $e_{i,j}^x \in E$  на шкале значений весов определены точка вхождения в дерево  $w_{i,j}^{x,t}$  и точка вхождения в множество замены  $w_{i,j}^{x,s}$ , причем  $w_{i,j}^{x,t} \leq w_{i,j}^{x,s}$ , под которыми понимается максимально возможный вес канала  $e_{i,j}^x$  при его вхождении в множество каналов дерева  $E_T \in T_g$  и в множество каналов замены для дерева  $E_S \notin T_g$  соответственно.

Маршрутная степень узла связи  $ms(v_i)$  – число неповторяющихся каналов связи  $e_{i,j}^x \in E$ , инцидентных узлу  $v_i$ , через каждый из которых можно построить маршрут между узлами  $v_i$  и  $v_s$ .

На основе предложенной математической модели разработан алгоритм парных переходов каналов связи, вычисляющий оптимальные маршруты до каждого узла графа корпоративной сети нескольких провайдеров связи с различными зонами покрытия без полного повторного построения дерева оптимальных маршрутов при динамическом изменении нагрузки.

Разработанный алгоритм парных переходов каналов связи позволяет построить оптимальные маршруты в корпоративных сетях нескольких провайдеров связи с различными зонами покрытия при условии динамического изменения нагрузки на их линиях связи и не производить полный пересчет маршрутных таблиц. Применение данного алгоритма позволило снизить трудоемкость расчета таблиц маршрутизации до величины порядка  $O(k \cdot m \cdot N)$ , где  $k$  – число выполненных парных переходов,  $m$  – число провайдеров связи,  $N$  – число маршрутизаторов в сети.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых кандидатов наук МК-819.2014.9.

## **АЛГОРИТМ МНОГОПУТЕВОЙ АДАПТИВНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ С БАЛАНСировкой НАГРУЗКИ**

Д.А. Перепелкин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Для повышения качества обслуживания (Quality of Service, QoS) запросов различных сетевых приложений и отдельных пользователей телекоммуникационных сетей необходимо использовать эффективные модели и алгоритмы адаптивной маршрутизации, которые непосредственно влияют на значения ключевых QoS-параметров и показателей. В связи с этим особое внимание уделяется внедрению технологии программно-

конфигурируемых сетей и поддержке решений многопутевой стратегии маршрутизации.

Математическую модель телекоммуникационной сети представим в виде неориентированного взвешенного связного графа  $G = (V, E, W, Z)$ , где  $V$  – множество вершин (узлов связи),  $|V| = N$ ,  $E$  – множество ребер (каналов или линий связи),  $|E| = M$ ,  $W$  – множество весов ребер (стоимость каналов или линий связи),  $Z$  – множество трафиков (пользовательских приложений, служебных данных и т.д.).

Каждому трафику из множества  $Z$  сопоставим ряд параметров:  $w_{ij}^z$  – маршрутная метрика  $z$ -го трафика в канале связи  $(i,j) \in E$ ,  $s_z$  – маршрутизатор-отправитель,  $t_z$  – маршрутизатор-получатель. Для оценки доли  $z$ -го трафика, протекающего в канале  $(i,j) \in E$ , используем управляющую переменную  $x_{ij}^z$ . В соответствии с физикой решаемой задачи на переменные  $x_{ij}^z$  накладываем следующие ограничения:

$$0 \leq x_{ij}^z \leq 1. \quad (1)$$

На основе сформулированных выше положений разработан алгоритм многопутевой адаптивной маршрутизации в программно-конфигурируемых телекоммуникационных сетях с балансировкой нагрузки. Укрупненно алгоритм имеет следующий вид.

*Шаг 1.* Для узла связи, являющегося листом дерева, произвести поиск всех парных переходов без ограничений. Эти списки для удобства дальнейшей работы привязать к узлу, инцидентному рассматриваемому каналу и расположенному ниже по иерархии.

*Шаг 2.* Если узел связи не является листом дерева, то вычислить парные переходы для этого узла и выбирать лучшие значения потенциалов парных переходов для потомков узла и собственных парных переходов. Подобную процедуру выполнить для формирования списков парных переходов в случае увеличения или уменьшения маршрутной метрики канала связи.

*Шаг 3.* Для каждого узла связи сформировать полный список парных переходов. Число элементов в каждом из этих списков не превышает количества узлов связи в сети. Такое решение позволяет отказаться от предварительной сортировки потенциалов или приращений для парных переходов без значительного усложнения алгоритма обработки изменения.

*Шаг 4.* Для каждого узла связи сформировать полный список возможных маршрутов, проходящий через каналы, состоящие в отношении парного перехода, включая и каналы, входящие в дерево оптимальных маршрутов.

*Шаг 5.* В телекоммуникационной сети определить маршрутизатор-источник и маршрутизатор-получатель пакетов  $z$ -го трафика.

*Шаг 6.* Определить суммарную маршрутную метрику всех имеющихся маршрутов между маршрутизатором-источником и маршрутизатором-получателем и долю информации, проходящей по каждому из маршрутов.

*Шаг 7.* Анализируя полученную используемым протоколом маршрутизации информацию определить, произошло ли изменение маршрутной метрики каналов связи в телекоммуникационной сети:

- а) если да – перейти к шагу 8;
- б) иначе – к шагу 10.

*Шаг 8.* Используя список парных переходов определить, требуется ли сделать парный переход:

- а) если да – перейти к шагу 9;

б) иначе – к шагу 10.

*Шаг 9.* Для каждого узла связи, у которого в список возможных маршрутов входит канал с изменившейся метрикой, определить маршрут минимальной длины и поместить его в дерево оптимальных маршрутов, тем самым, построив новое дерево оптимальных маршрутов и список их маршрутов замены на графе телекоммуникационной сети.

*Шаг 10.* Используя полученную информацию о функционирующем трафике в сети определить, требуется ли выполнить балансировку нагрузки по всем сформированным маршрутам:

а) если да – перейти к шагу 11;

б) иначе – к шагу 15.

*Шаг 11.* Определить, требуется ли выполнить оптимизацию процесса балансировки нагрузки:

а) если да – перейти к шагу 12;

б) иначе – к шагу 13.

*Шаг 12.* Определить по каждому из маршрутов наиболее загруженные каналы связи и выполнить оптимизацию балансировки нагрузки в соответствии со списком парных переходов для каждого узла связи.

*Шаг 13.* Для обеспечения требуемого качества обслуживания в сети выполнить расчет значения величины допустимого отклонения от длины оптимального маршрута и оценки джиттера пакетов, вызванного применением стратегии многопутевой маршрутизации, тем самым, отбросив те маршруты, которые не соответствуют требованию по качеству.

*Шаг 14.* а) передать пакеты z-трафика по всем сформированным маршрутам;

б) установить флаг передачи и перейти к шагу 16.

*Шаг 15.* а) передать пакеты по доступному оптимальному маршруту;

б) установить флаг передачи.

*Шаг 16.* Пересчитать точки вхождения в дерево и перестроить список маршрутов для каждого изменившегося узла связи.

*Шаг 17.* Перейти к шагу 5.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых-кандидатов наук МК-819.2014.9.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОПУТЕВОЙ АДАПТИВНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА**

Д.А. Перепелкин

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Обеспечение высокоскоростного и надежного обмена информацией между узлами телекоммуникационных сетей при жестких требованиях к задержкам передачи информации в условиях возможных всплесков трафика в каналах связи является одной из важнейших проблем.

Для повышения качества обслуживания (Quality of Service, QoS) запросов различных сетевых приложений и отдельных пользователей необходимо использовать эффективные модели и алгоритмы адаптивной

маршрутизации, которые непосредственно влияют на значения ключевых QoS-параметров и показателей: средней задержки передачи, джиттера, скорости передачи и значения отклонения от длины оптимального маршрута. В связи с этим особое внимание уделяется внедрению и поддержке решений многопутевой стратегии маршрутизации, использованию композитных метрик линий связи, максимально учитывающих численные значения различных QoS-показателей, а также обеспечению масштабируемости маршрутных решений, т. е. способности сохранить в заданных пределах свою эффективность в условиях роста территориальной распределенности телекоммуникационной сети, числа и типов обслуживаемых трафиков пользователей.

Математическую модель телекоммуникационной сети представим в виде неориентированного взвешенного связного графа  $G = (V, E, W, Z)$ , где  $V$  – множество вершин (узлов связи),  $|V| = N$ ,  $E$  – множество ребер (каналов или линий связи),  $|E| = M$ ,  $W$  – множество весов ребер (стоимость каналов или линий связи),  $Z$  – множество трафиков (пользовательских приложений, служебных данных и т.д.).

Обозначим множество маршрутов до узла  $v_i$  из исходного узла  $v_s$  через  $\Pi_i$ , где элемент множества  $\pi_{i,k} \in \Pi_i$  будет множеством не повторяющихся каналов  $e_{i,j} \in E$ , образующих вместе маршрут, соединяющий  $v_s$  и  $v_i$ . Каждому  $\pi_{i,k} \in \Pi_i$  поставим в соответствие число, равное сумме весов входящих в него каналов, т. е. длину или маршрутную метрику маршрута  $d_{i,k} \in D_i$ , где  $D_i$  представляет собой множество оценок оптимальных маршрутов до узла  $v_i$  из исходного узла  $v_s$ . На множестве  $\Pi_i$  задан селектор  $H$ , возвращающий оптимальный маршрут из множества  $\Pi_i$ . Оптимальный маршрут до узла  $v_i$  будем обозначать  $\pi_i = H(\Pi_i)$ , оценку его длины –  $d_i$ .

Каждому трафику из множества  $Z$  сопоставим ряд параметров:  $w_{i,j}^z$  – маршрутная метрика  $z$ -го трафика в канале связи  $(i,j) \in E$ ,  $s_z$  – маршрутизатор-отправитель,  $t_z$  – маршрутизатор-получатель. Для оценки доли  $z$ -го трафика, протекающего в канале  $(i,j) \in E$ , используем управляющую переменную  $x_{i,j}^z$ . В соответствии с физикой решаемой задачи на переменные  $x_{i,j}^z$  накладываем следующие ограничения:

$$0 \leq x_{i,j}^z \leq 1.$$

Маршрутную метрику  $d_t$  оптимального маршрута  $\pi_t$  между маршрутизатором-источником и маршрутизатором-получателем пакетов данных  $z$ -го трафика определим по выражению:

$$d_t = \min_{(i,j) \in E} \sum_{z \in Z} \sum_{(i,j) \in \pi_t} w_{i,j}^z x_{i,j}^z$$

Тогда маршрутную метрику  $k$ -го маршрута из имеющихся маршрутов между маршрутизатором-источником и маршрутизатором-получателем определим по выражению:

$$d_{k,t} = \sum_{z \in Z} \sum_{(i,j) \in \pi_{k,t}} w_{i,j}^k x_{i,j}^z, \text{ для всех } k \in K,$$

где  $w_{i,j}^z$  – маршрутная метрика канала связи, соединяющего узлы с номерами  $i$  и  $j$ , и входящего в маршрут с номером  $k$  к узлу связи с номером  $t$ ;  $K$  – общее число маршрутов между маршрутизатором-источником и маршрутизатором-получателем.

Для обеспечения оптимальности процесса балансировки нагрузки между сформированными маршрутами необходимо выполнить минимизацию максимальной загрузки каналов связи, входящих в маршрут:

$$\min \alpha = \min_{z \in Z} \max_{(i,j) \in E} \frac{\sum_{(i,j) \in E} w_{i,j} x_{i,j}^z}{c_{i,j}}$$

При оценке качества конечных решений воспользуемся такими показателями QoS как величина отклонения от длины оптимального маршрута и средняя многопутевая задержка передачи.

В первом случае сначала определяется допустимое значение отклонения от длины оптимального маршрута, а затем перед балансировкой отбрасываются все маршруты не соответствующие данному показателю. Для этого используем следующее выражение:

$$Q(M) = \max_{\pi_k \in \Pi} \{d(\pi_k)\} - \min_{\pi_k \in \Pi} \{d(\pi_k)\}$$

Во втором случае определяется средняя задержка пакетов  $\tau(\pi_k)$  вдоль маршрута  $\pi_k$  из множества маршрутов  $\Pi = \{\pi_1; \pi_2; \dots; \pi_k; \dots; \pi_K\}$ , где  $K$  – количество маршрутов между маршрутизатором-источником и маршрутизатором-получателем:

$$\tau(\pi_k) = \sum_{(i,j) \in \pi_k} \tau_{i,j}$$

Оценку джиттера пакетов, вызванного реализацией многопутевой стратегии маршрутизации, т.е. разница в значениях средних задержек пакетов вдоль разных маршрутов, произведем при помощи формулы:

$$J(M) = \max_{\pi_k \in \Pi} \{\tau(\pi_k)\} - \min_{\pi_k \in \Pi} \{\tau(\pi_k)\}$$

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых ученых-кандидатов наук МК-819.2014.9.

### **3D-MID - ТРЕХМЕРНЫЕ СХЕМЫ НА ПЛАСТИКАХ**

А.А. Бонячук

Научный руководитель - Пиганов М.Н.

д.т.н., проф.

**Самарский государственный аэрокосмический  
университет имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

В докладе рассматриваются преимущества новой технологии 3D-MID над существующими и возможность её скорейшего внедрения в производство.

Современные печатные платы (ПП) не обеспечивают полную свободу при проектировании. Плоскую ПП не всегда возможно разместить в компактном корпусе устройства, следовательно ПП нужно разделять на несколько частей. Для подобного рода компоновки применяются различные соединяющие шлейфы и кабели. Но при увеличении количества различных механически разъёмных соединений – ухудшается надёжность устройства и возрастают затраты при производстве. Ещё одним минусом

является то, что при таком решении крайне сложно разместить и ПП и соединительные кабели в миниатюрном корпусе. При этом в небольшом кабеле сложно разместить большое число проводников. Есть проблема в размещении в миниатюрных корпусах электронной начинки и увеличения надежности её работы. При этом необходимо понизить стоимость массового производства. В качестве одного из решений поставленных задач различные зарубежные компании (LPKF, Select Connect Technologies) предложили 3D-MID технологию.

3D-MID (3D molded interconnect devices) появилась сравнительно недавно, в 80-х годах прошлого века. 3D-MID изделия (рис. 1) представляют из себя схемы, нанесенные на объемное основание из термопластика, на которые припаяны электронные компоненты [1]. Данная технология позволяет реализовать широкий спектр углов изгиба основания, тем самым позволяя проектировать схемы в трех измерениях. Она совмещает в себе механические, электронные, оптические элементы и обеспечивают миниатюризацию [2-4].

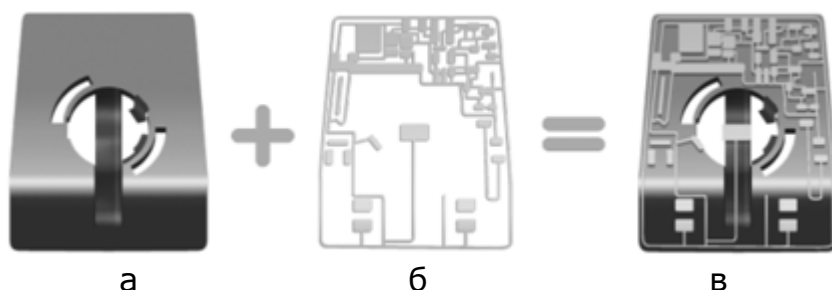


Рис. 1: а – отливка из термопластика, б – интегрированная система соединений, в – трехмерная схема на пластике

В настоящее время около 60% 3D-MID продукции – это антенны (рис. 2). 3D-MID применяется для изготовления переключателей, фрагментов медицинских инструментов, радиометок, различных датчиков.

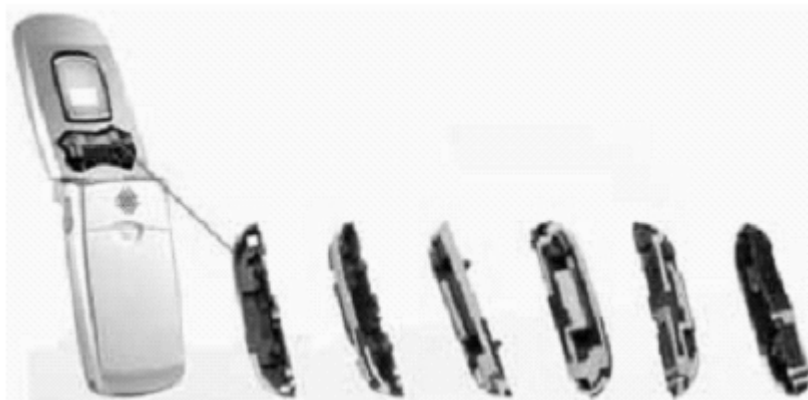


Рис. 2. 3D-MID антенна мобильного телефона от фирмы LPKF

3D-MID – новая перспективная технология, и у отечественной промышленности есть возможность не быть в роли догоняющей, начав внедрять её в производство. В 3D-MID входят другие технологии такие как литьё под давлением, 3-D фотолитография, субтрактивное лазерное структурирование, аддитивное лазерное структурирование и др. В

зависимости от изготавливаемого устройства и применяемого производства отдельные технологии и технологические приемы могут варьироваться. В Самаре на заводе «Прогресс» для защиты готовых схем и плат от агрессивных внешних сред, пыли и влаги внедряют процесс нанесения поли-паро-ксилиленовой пленки. Толщина пленки изменяется от 3 мкм до 40 мкм. Данный техпроцесс можно применить для создания 3D-MID изделий.

### Библиографический список

1. Волков И.А. Трехмерные схемы на пластике: преимущества и перспективы: текст. – М.: Вектор высоких технологий, 2013. – № 2. – 10-17 с.
2. Волков И.А. Новые возможности прототипирования изделий с использованием 3d-mid технологии: текст. – М.: Поверхностный монтаж. – 2013. – №3. – 12-14 с.
3. Нисан А.В. 3D-MID: области применения и технологии производства: текст. – М.: Поверхностный монтаж. – 2011. – №3. – 10-13 с.
4. Уве Шульц 3D-микросборка Прорыв благодаря MID – технологии: текст. – Häcker Automation GmbH. – 2013. – 3-6 с.

## **БАЛАНСИРОВКА НАГРУЗКИ В СЕТЯХ С ДВУХФАЗНОЙ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДАПТИВНОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАИМЕНЬШЕГО КОЛИЧЕСТВА ПОТОКОВ**

А.Н. Сапрыкин

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В докладе предлагается метод балансировки потоков трафика в сетях с двухфазной маршрутизацией с использованием адаптивного алгоритма поиска наиболее загруженных узлов сети, являющихся конечными адресатами минимальных потоков сетевого трафика.

На первом этапе производится разметка узлов назначения путем присваивания им весовых коэффициентов с помощью функции  $f(w)$ . Далее присваиваются веса для каждого промежуточного узла и составляются оптимальные маршруты.

Особенностью данного метода является его способность отслеживать дисбаланс нагрузки логических каналов, соединяющих промежуточные узлы с конечными. Под дисбалансом понимается не только излишняя загруженность линии, но и недостаточное ее использование. Для нахождения дисбаланса производится оценка загрузки линии  $l$  с интервалом  $\Delta T$  по следующей формуле:

$$\rho_l = \frac{c_m^{\text{ожидаемая}}}{c_l},$$

где  $c_m^{\text{ожидаемая}}$  – планируемая загрузка канала  $l$ , а  $c_l$  (равная  $2r/N$  для сетей с двухфазной маршрутизацией [1]) – его мощность.

В зависимости от полученных коэффициентов загрузки можно сделать вывод, что линия недогружена, если  $\rho_l \leq 1$ , и перегружена при  $\rho_l > 1$ .

Однако, из данных расчетов следует, что задействовать механизм адаптации необходимо в любом случае. Чтобы вычислить минимальный рабочий диапазон, сначала введем понятие динамического порога  $d_{\Sigma}$ . Он рассчитывается по формуле:

$$d_{\Sigma} = \frac{1}{2} \left( 1 + \rho_{\Sigma} \right).$$

Таким образом, если  $d_{\Sigma} \leq \rho_l$ , то линия  $l$  считается перегруженной, а если  $d_{\Sigma} > \rho_l$ , то недогруженной. Затем, введем постоянную величину  $d_h$ , которая позволяет задать минимальный рабочий диапазон:

$$\left[ (1 - d_h)d_{\Sigma}, (1 + d_h)d_{\Sigma} \right].$$

Для  $d_h$  рекомендуется устанавливать значения, близкие к 0. Например, при  $d_h = 0.05$ , допустимым будет считаться колебания загрузки в 5%.

Используя найденные значения динамического порога сети и минимального рабочего диапазона, с периодичностью  $\Delta T$  алгоритм определяет, требуется ли перераспределение потоков в сети на данный момент.

Таким образом, предложенный метод позволяет произвести балансировку нагрузки в сети с двухфазной маршрутизацией путем перенаправления наименьшего количества потоков с наибольшей эффективностью.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, грант 14-07-00106-а.

#### *Библиографический список*

Ижванов Ю.Л., Корячко В.П., Шибанов А.П., Сапрыкин А.Н., Лукьянов О.В. Оптимизация сети с дозированной балансировкой нагрузки // Научно-технический журнал «Системы управления и информационные технологии». Москва-Воронеж, 2012. № 3(49). С. 37–42.

### **ВОЗМОЖНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРАХ**

А.С.Богомолова

Научный руководитель – Телков И.А.

к.т.н, доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Доклад посвящен вопросу распараллеливания вычислений на GPGPU (General-purpose graphics processing units) – процессорах общего назначения, которыми комплектуются модели графических ускорителей (ГУ) персональных компьютеров (ПК) последних лет. Их использование стало возможным благодаря добавлению программируемых шейдерных блоков и более высокой точности графических конвейеров, что позволяет



разработчикам программного обеспечения использовать процессоры ГУ для обработки любых типов данных. В докладе дается обзор и сравнительный анализ существующих средств распараллеливания вычислений на ПК применительно к задачам вузовского образования.

Среди рассмотренных средств – системы AMD Stream Technology, NVIDIA CUDA, OpenMP, OpenCL и C++ AMP. Использование ГУ позволяет увеличить скорость расчётов до 50 раз по сравнению с решением той же задачи силами только центрального процессора ПК.

Наиболее профессиональными средствами считаются системы NVIDIA CUDA и AMD Stream Technology, разработанные фирмами–производителями ГУ. Они позволяют реализовывать на специальных диалектах языков программирования алгоритмы и включать в них специальные функции параллельного выполнения. Архитектура этих систем даёт разработчику возможность максимально эффективно организовывать доступ к набору команд ГУ и оперативно управлять его памятью.

C++ AMP (C++ Accelerated Massive Parallelism) – библиотека и открытая спецификация, созданные Microsoft для реализации параллельных программ на языке C++. Система позволяет переносить вычисления на ГУ без внесения большого количества изменений в программы. Реализация системы включена в Visual Studio.

*OpenMP и OpenCL представляют наибольший интерес для изучения параллельного программирования в вузах, так как являются открытыми бесплатными проектами. Они являются полностью открытыми стандартами, их использование не облагается лицензионными отчислениями.*

OpenMP (Open Multi-Processing) – открытый стандарт для распараллеливания программ на языках Си, C++ и Фортран. Описывает совокупность команд компилятора, библиотечных функций и переменных окружения, которые предназначены для программирования многопоточных приложений на многопроцессорных системах с общей памятью.

OpenCL (Open Computing Language) – средство для написания параллельных программ, связанных с вычислениями на различных ГУ. Цель OpenCL состоит в том, чтобы дополнить стандарты OpenGL и OpenAL, которые являются открытыми отраслевыми стандартами для трёхмерной компьютерной графики и звука, пользуясь возможностями ГУ.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ OPENFLOW НА БАЗЕ ЭМУЛЯТОРА MININET**

А.Н. Сапрыкин, Е.В. Малютина, Д.И. Гончарова

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время компьютерные сети постоянно развиваются, создавая новое поколение масштабируемых, программируемых и гибких сетей. Именно в них находят свое отражение наиболее передовые компьютерные технологии. Многие исследователи работают над улучшением инфраструктуры компьютерных сетей, однако эксперименты, необходимые для определения эффективности того или иного метода оптимизации топологии, не могут быть проведены на базе реально существующих сетей.

Решением данной проблемы становится использование виртуальных тестовых платформ или эмуляторов сетей.

Одним из таких эмуляторов является Mininet [1]. Он используется для разворачивания крупных сетей при ограниченности ресурсов на стационарном ПК или виртуальной машине. Данный эмулятор был создан для имитации и анализа инфраструктуры программно-конфигурируемых сетей (ПКС) и OpenFlow.

В докладе рассматриваются функциональные возможности Mininet по моделированию программно-конфигурируемых сетей, настройки и оптимизации их топологий. Кроме того, поднимается проблема переноса параметров смоделированных сетевых маршрутизаторов в реальные контроллеры.

Mininet содержит несколько встроенных топологий сетей, таких как минимальная, одиночная, линейная и древообразная. Минимальная топология содержит в себе один маршрутизатор OpenFlow и два хоста. Каждый хост подключен только к маршрутизатору. Одиночная топология представляет собой один маршрутизатор OpenFlow и некоторое количество хостов. Линейная топология подразумевает наличие некоторого количества маршрутизаторов и равное им количество хостов. Хосты соединены только со своими маршрутизаторами, в то время как все маршрутизаторы соединены между собой последовательно. Древообразная топология состоит из некоторого количества уровней, на нижнем из которых к одному маршрутизатору подключены два хоста.

Отличительной особенностью Mininet является его способность максимально точно имитировать работу реальной физической сети. Все элементы виртуальной сети ведут себя точно так же, как в настоящей сети при идентичных настройках, т.е. полученный код не требует дополнительной модификации перед переносом в реальную сеть. Максимальное количество сетевых узлов равно 4096, а скорость трафика ограничена 2 Гбит/с.

Таким образом, эмулятор Mininet является эффективным инструментом моделирования программно-конфигурируемых сетей. Он позволяет создавать модели не только целых сетей но и их отдельных сегментов, что упрощает процесс анализа и время проведения эксперимента. Смоделированный таким образом прототип сети может быть протестирован неограниченное количество раз при различных настройках сетевого оборудования.

Работа поддержана Российским фондом фундаментальных исследований, грант 14-07-00106-а.

#### *Библиографический список*

1. Handigol, Nikhil, Brandon Heller, Vimal kumar, Jeya kumar, Bob Lantz, and Nick McKeown. "Reproducible network experiments using container-based emulation." In Proceedings of the 8th international conference on Emerging networking experiments and technologies, pp. 253–264. ACM, 2012.

## **ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ**

В.Е.Карцев

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет,  
Филиал «Ракетно-космический центр «Прогресс – Особое  
конструкторское бюро «Спектр»**

Для различных областей применения машинной графики на первый план могут выдвигаться разные свойства алгоритмов. Например, для научной графики большое значение имеет универсальность алгоритма, а быстродействие может отходить на второй план. Однако для систем, которые отображают телеметрическую информацию (ТМИ) движущихся объектов (начиная от ракетно-космической техники до искусственного сердца), быстродействие становится главным критерием, поскольку требуется генерировать изображение в реальном времени.

На практике в большинстве случаев результаты особенно важных измерений исследуются сразу же по мере получения. Их проверяют, чтобы убедиться в достоверности и отсутствии отказов измерительного или телеметрического оборудования. Как правило, сразу после приема и декодирования ТМИ результат измерения воспроизводится на приемной станции для проведения экспресс-анализа. Любое отклонение от нормы отображается другим цветом и может инициировать сигнал звукового предупреждения, чтобы привлечь внимание оператора (аналитика) к данной ситуации. Изображение на экране можно получать в одной из нескольких форм, например, пользователь может назначить по своему выбору воспроизведение результатов конкретных измерений в графическом или числовом виде.

Графический вывод ТМИ более нагляден, но при больших объемах отображаемой информации требует значительных затрат вычислительных ресурсов. Поэтому цель данной работы состоит в попытке оптимизировать уже существующий метод графического отображения динамически изменяемых параметров ТМИ, основанный на полной перерисовке изображения в режиме реального времени. В ходе работы было решено применить метод сдвига уже прорисованной области графика, хранящейся в памяти ЭВМ, на низком уровне доступа без повторного вычисления координат точек.

Реализованный метод отображения ТМИ значительно увеличил быстродействие и уменьшил вычислительную нагрузку за счет использования функции сдвига областей памяти `memmove()`, и дорисовки новых поступивших точек. Дополнительный выигрыш достигается за счет меньшего количества вычислительных операций, поскольку несколько точек, приходящихся на один пиксель, прорисовываются только один раз. Данный аспект оптимизации позволил отображать несколько миллионов точек на экране без замирания интерфейса.

При этом выигрыш в скорости обработки и отображения вновь поступивших данных заметно возрастает с увеличением количества точек, которые необходимо прорисовать. При малом числе отображаемых точек

определяющим является время реакции системы, определяемое быстродействием базовых алгоритмов расчета геометрических характеристик и прорисовки графиков.

Для дальнейших исследований перспективными представляются работы по следующим смежным направлениям: использование многопоточной обработки; отображение графиков нескольких параметров на одной координатной плоскости; использование параметрической (неравномерной) шкалы времени; параллельное отображение текущих значений параметров в табличном виде.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА СТОИМОСТИ ПОДОКОННИКОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ T-FLEX**

Паршин А.Н., к.т.н.

**Рязанский институт (филиал) Университета машиностроения**

Миловзоров О.В., к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Автоматизированное конструирование - наиболее важный из всех этапов жизненного цикла любого изделия [1]. Именно здесь формируется математическая модель изделия - основа автоматизации всех других этапов.

Автоматизированная система проектирования и расчета стоимости подоконников в автоматизированном программном комплексе T-Flex позволяет решать трудоемкие задачи, такие как построение моделей изделий, формирование чертежей, расчет стоимости производства, а в перспективе разработка программ для станков с ЧПУ и т. д.. Выгода такой автоматизации несомненна, но она способна повысить общую эффективность процесса проектирования и подготовки производства.

Автоматизированную систему проектирования и расчета стоимости подоконников отличают:

- Удобство использования: скорость освоения системы, привычность и удобство интерфейса, соответствие команд реальным операциям конструирования, система диагностики ошибочных действий пользователя.
- Универсальность: автоматизированная система имеет возможность работы с широким набором форм подоконников, рассчитывать стоимость изделий в зависимости от их конструкции и материала.
- Надежность: система создана на базе современного автоматизированного программного комплекса T-Flex и имеет широкие возможности к совершенствованию.
- Открытость: возможность обмена конструкторской и бухгалтерской информацией в широко используемых программных продуктах: Microsoft Excel, Word.

Основным отличием системы является использование 3D моделирования. Параметризация деталей, моделей и чертежей позволяет свести к минимуму конструкторские ошибки.

Для работы в системе необходимо открыть файл Подоконники\_.grb в автоматизированном программном комплексе T-FLEX и задать параметры модели подоконника.

Параметры модели подоконника задаются в диалоговом окне «Подоконник» (Рисунок 1) можно выбрать тип подоконника, задать его основные параметры и размеры, выбрать вариант обработки кромки, рассчитать цену.

Для изменения типа подоконника необходимо в пункте 1 выбрать нужный вариант. При изменении типа подоконника предварительный чертеж автоматически пересчитывается. В пункте 2 можно изменить параметры подоконника, а именно его размеры, вид и марку материала. Чтобы изменить вид обработки кромки нужно в пункте 3 выбрать необходимый из предложенных вариантов. Также в этом пункте можно убрать капельник на кромке подоконника и изменить параметры кромки. В пункте 4 рассчитывается предварительная цена подоконника в зависимости от размеров, формы и материала изделия. Система позволяет использовать готовые базы материалов, а также формировать новые, изменять цену на материал.

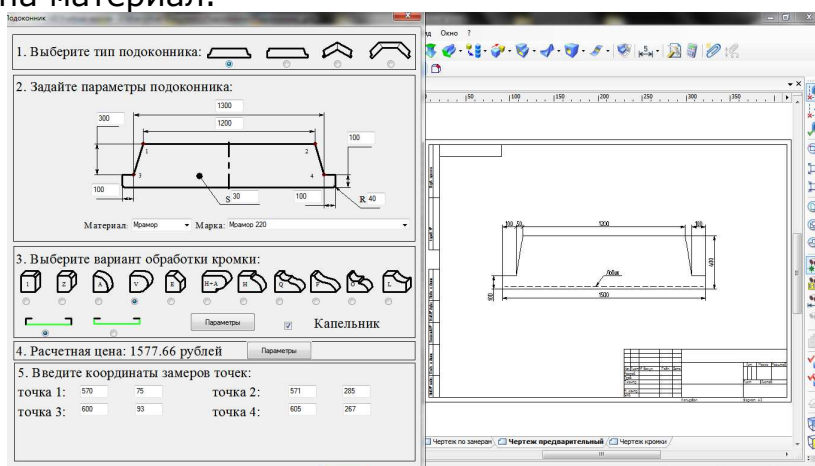


Рисунок 1 – Меню диалога «Подоконник»

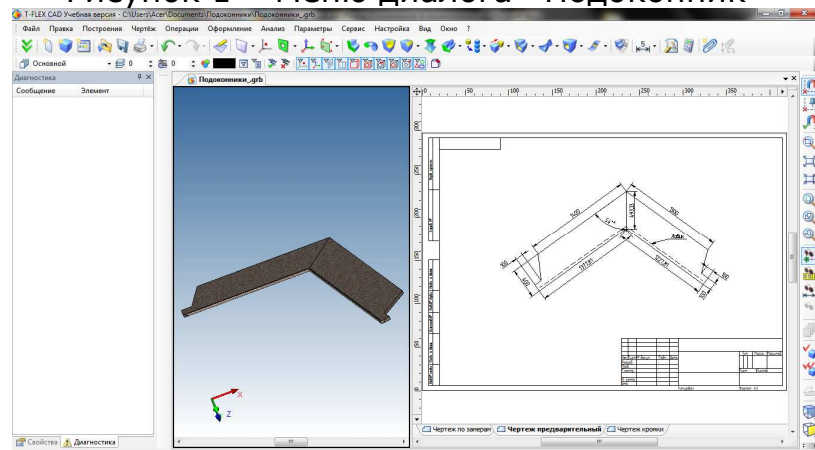


Рисунок 2 – 3D модель и предварительный чертеж изделия

Пункт 5 предназначен для задания в полярной системе координат контрольных точек, необходимых для построения 3D модели подоконника. Такая система координат применяется в измерительном приборе, который часто используют в строительстве.

После выбора необходимых параметров нужно произвести полный пересчет 3D модели. Система автоматически формирует рабочие чертежи изделия по заданным координатам.

Кроме этого в данной системе можно отдельно формировать чертеж кромок изделия. Данная система позволяет оператору предприятия

изготовителя подоконников или его дилеру быстро рассчитывать цену изделия для заказчика по его предварительным размерам, а также распечатывать предварительные чертежи и 3D изображение будущего подоконника в зависимости от выбранного материала (Рисунок 2).

После снятия размеров замерщиками можно получить откорректированный чертеж изделия и по нему рассчитать конечную стоимость подоконника.

### Библиографический список

1. Руководство пользователя «3D моделирование» АО «Топ Системы» Москва 2013 г.

## МЕТОД СТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ АДАПТИВНЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ

Миловзоров О.В., к.т.н., доц.; Челебаев С.В., к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Паршин А.Н., к.т.н.; Агузаров А.В., аспирант

**Рязанский институт (филиал) Университета машиностроения**

Одной из широко распространенных проблем при автоматизации проектных работ является проблема повышения эргономичности процессов проектирования. Оператор, работающий на ПК и выполняющий в течение дня однотипные действия, быстро устает, снижается его производительность труда, что нередко сопровождается существенным ухудшением самочувствия, головными болями. Результат проектирования при этом может сопровождаться ошибками, связанными с усталостью и потерей внимательности.

При выполнении проектных работ проектировщик может сталкиваться с необходимостью работы с множеством справочных данных, которые ранее при ручном проектировании представлялись в виде справочников, информация в которых оформлялась как набор однотипных таблиц – карт. При этом задачей проектировщика является поиск нужной таблицы и выбор из нее искомого значения параметра. В настоящее время подобные справочники часто представляются в виде таблиц MS Excel, что позволяет говорить о возможности и целесообразности разработки справочных систем – оболочек, обеспечивающих более комфортную и эргономичную работы проектировщика за счет использования оконных интерфейсов.

НЕПОЛНОЕ ШТУЧНОЕ ВРЕМЯ Продольное и поперечное точение $\nabla 3$ Чугун серый НВ=180–220		Горизонтально-расточные станки											
		Суппорт планшайбы. Резцы с пластинками ВК8											
Диаметр обрабатываемой поверхности $D$ , мм	Глубина резания $t$ , мм	Длина обрабатываемой поверхности $l$ , мм									Режимы резания		
		25	50	75	100	125	150	175	200	250	$S_{\text{п}}$ , мм/об	$v$ , м/мин	$N_{\text{в}}$ , кВт
		Время на проход, мин											
400–450	3	2,3	3,1	4,3	5,0	6,2	7,0	7,8	8,6	9,1	0,7	63–70	2,1–2,4
	5	2,5	3,5	4,8	5,8	7,2	8,2	9,2	10,2	12	0,56	63–70	2,9–3,1
	8	2,8	4,1	5,7	6,9	8,5	9,7	11	12	13,5	0,45	63–70	3,9–4,1
500–550	3	2,5	3,5	4,8	5,8	7,1	8,1	9,1	10,1	12	0,7	63–69	2,1–2,3
	5	2,7	3,9	5,5	6,8	8,4	9,6	10,8	12	14,5	0,56	63–69	2,9–3,2
	8	3,1	4,6	6,5	8,1	10	11,5	13	14,5	17,5	0,45	63–69	3,9–4,2

Рис.1. Типичная карта норм времени и режимов резания

Примером справочной информации, представляемой в табличном виде, могут служить общемашиностроительные справочники норм времени и режимов резания, применяющиеся при проектировании и нормировании технологических процессов машиностроительного производства. На рисунках 1 и 2 представлены исходный вид карты нормирования и возможный вариант работы с картой в оконном интерфейсе справочной оболочки.

Горизонтально- и вертикально-фрезерные станки  
Фрезы торцовые с пластинками ВКБ  
Неполное штучное время  
Фрезерование плоскостей, Rz 20, 11 качество  
Чугун серый, HB = 1,76-2,15 ГПа  
Единичное и мелкосерийное производство

Загрузка

Неполное штучное время

Горизонтально- и вертикально-фрезерные станки

Фрезы торцовые с пластинками ВКБ

Фрезерование плоскостей, Rz 20, 11 качество

Чугун серый, HB = 1,76-2,15 ГПа

Единичное и мелкосерийное производство

Карта № 6

Входные данные

Расчет

Мощность станка  $N_d$ , кВт, до

15

Диаметр фрезы  $D$ , мм, и число зубьев  $Z$

80/10

Ширина обрабатываемой поверхности  $B$ , мм, до

48

Глубина резания  $t$ , мм, до

2

Длина обрабатываемой поверхности  $l$ , мм, до

50

Твердость чугуна HB, ГПа

свыше 2,15

Коэффициент

1,1

Выходные данные

Основное время, мин: 1,6

Основное время, мин: 1,76 с учетом всех поправочных коэффи

$n$ , об/мин

960

$S_m$ , мм/мин

750

$N_p$ , кВт, до

3,8

Рис.2. Работа с картой в оконном интерфейсе

Предлагаемый метод структуризации табличных данных заключается в группировании массивов данных и описании их контента с помощью структурированных множеств - кортежей. Анализ контента таблиц нормирования показывает, что можно выделить несколько видов информации, выполняющих ту или иную роль при нормировании. Информация общего вида, содержащая полное описание карты нормирования, позволяет выполнить автоматизированный поиск нужной карты в интерактивном режиме. Применительно к нормированию технологических процессов это тип норматива, вид и качество обработки, обрабатываемый материал, серийность производства, металлорежущее оборудование и инструмент, для описания которых вводится кортеж A. На рисунке 2 данные общего назначения отображены выпадающими списками, расположенными в левой части окна. Атрибуты данных, обеспечивающих конкретизацию вида обработки – диаметр обработки, глубина резания и т.д. представляются кортежем C (на рисунке 2 – правые выпадающие списки). Данные, обеспечивающие идентификацию объема обработки (в примере это длина обработки), представляются кортежем D. Для отображения дополнительных данных введены кортежи DD

(аддитивная добавка к норме времени), T (кортеж заголовков норм времени), R (кортеж режимов резания). Чтобы окончательно сформировать описание карты, необходимы значения первой и последней информативных строк карты.

На основе информации, содержащейся в кортежах, оболочка формирует оконный интерфейс адаптивной справочной системы, представляя данные, содержащиеся в картах книги Excel в виде выпадающих списков, и обеспечивая расчет нормы времени. Система может также выполнять корректировку норм на основе поправочных коэффициентов, информация о которых также описывается системой кортежей.

#### *Библиографический список*

Структуризация данных для адаптивных систем нормирования машиностроительного производства / Миловзоров О.В., Агузаров А.В. Наука и инновации в технических университетах: материалы Седьмого Всероссийского форума.- С-Пб.: изд-во Политех. ун-та, 2013 -233с.



---

**Секция 8**  
**Обработка изображений в системах управления**

---

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОСАДКИ ДЛЯ  
МУЛЬТИРОТОРНЫХ СИСТЕМ**

А.С. Наполов

Научный руководитель – Яшин И.А.

К.Т.Н.

**Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

Настоящий бум переживают сегодня радиоуправляемые модели, а в частности мультироторные системы (мультикоптеры): quadro-, гексо- и октокоптеры. Помимо частного применения, мультикоптеры пытаются занять нишу в журналистике [1], помогая в освещении спортивных соревнований; в системах доставки, и видеонаблюдения. При этом стоит отметить, что мультикоптеры могут быть задействованы и в решении достаточно серьезных задач: в качестве груза можно доставлять продовольствие и медикаменты в отдаленные, терпящие бедствие, районы, а видеонаблюдение осуществлять, например, за лесополосой в периоды максимальной пожароопасной обстановки.

Основной проблемой, сдерживающей распространение мультикоптеров, является крайне малое время автономного полета. Подавляющее большинство моделей хобби-уровня не вылетает из 15 минут. Некоторые профессиональные модели могут похвастаться 30-40 минутами автономного полета. Для решения данной проблемы ведутся разработки различных систем подзарядки аккумуляторных батарей мультикоптеров без их возврата в точку вылета.

Для подзарядки аккумулятора от тока фазного провода может быть применен известный блок питания с отбором мощности от тока фазного провода [2]. При данном техническом решении организуется зарядная площадка для мультикоптера, расположенная на стороне высокого потенциала линии электропередачи. При этом появляется проблема точного наведения и посадки мультикоптера на зарядную площадку.

Современные контроллеры управления полетом, применяемые на мультикоптерах снабжены системами удержания горизонта (по показаниям акселерометров и барометра), а также удержанием в точке (по показаниям GPS приемника). С помощью этих систем можно привести мультикоптер в необходимую точку в трехмерном пространстве с заявленной точностью 5 – 7 метров. Этого может быть недостаточно для точной посадки на зарядную площадку. Кроме того, большие металлические конструкции опор ЛЭП, а также сильные электрические и магнитные поля, свойственные рабочей среде около фазного провода ЛЭП, могут повлиять на точность работы компаса и оборудования GPS мультикоптера. Данные проблемы заставляют искать решение в области цифровой обработки видеопоследовательностей, для обеспечения автоматизированной визуальной посадки.

Для осуществления визуальной посадки на мультикоптере необходимо осуществить следующие операции:

1. Обнаружить маркеры на посадочной площадке.

2. Определить векторы смещения маркеров от референсных точек.
3. Осуществить корректировку курса и высоты мультикоптера.
4. Отследить изменение положения маркеров на посадочной площадке.
5. Повторить пункты 2 и 3 до приземления на посадочную площадку.

При этом необходимо производить пересчет векторов смещения маркеров от референсных точек в команды движения мультикоптера, которых насчитывается восемь: движение вперед/назад, движение влево/вправо, поворот влево/вправо и спуск/подъем.

В настоящее время ведется реализация алгоритма слежения с пересчетом в команды для мультикоптера.

Реализация подобного алгоритма позволит осуществлять безопасную посадку мультикоптера и дозарядку его аккумуляторной батареи без возврата на точку

### *Библиографический список*

1. Камая Курбанова. Сочи 2014: чем Олимпиада удивляет весь мир. Режим доступа: [http://www.dp.ru/a/2014/02/19/Sochi\\_2014\\_chem\\_Olimpiada/](http://www.dp.ru/a/2014/02/19/Sochi_2014_chem_Olimpiada/)
2. Наполов А.С., Сайфутдинов Р.М., Яшин И.А., О возможности применения литий-ионных аккумуляторов в составе автономной модульной платформы //Материалы XV международной научно-технической конференции «ИКИ-2014» с.239 – 242

## **АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НА ОСНОВЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ФОТО-ВИДЕО ФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПДД**

Р. А. Курмаев

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Проблема заторов на дорогах актуальна практически в любом городе мира. В данной работе рассматривается одно из возможных решений данной проблемы.

Для примера в данной работе рассматривается город г. Саранск, вошедший в программу «Безопасный город». В настоящий момент в Саранске установлено более 60 камер фото-видео фиксации нарушений ПДД. Камеры установлены на основных перекрестках и дорогах города.

Установленная система обработки и фиксации нарушений ПДД позволяет также собирать статистические данные о дорожном трафике и произошедших ДТП.

Для решения проблемы автоматизации управления дорожным движением можно выделить ряд задач:

- Сбор сведений о дорожном трафике, ДТП и системе управления дорожным движением.
- Анализ полученных данных.
- Внесение изменений в систему управления дорожным движением с целью ее улучшения.

Для выполнения вышеизложенных задач необходимо выполнить следующие действия:

- Подключение к системе обработки и фиксации нарушений ПДД.
- Сбор статистики на основе количества ДТП.
- Выявление опасных участков дорожного движения.
- Устранение выявленных в пункте 3 опасных участков.
- Анализ дорожного трафика с целью выявления мест заторов.
- Сбор информации о системе управления дорожным движением.
- Анализ полученных данных.
- Корректирование работы светофоров.

В настоящее время по всей территории РФ устанавливаются системы фото-видео фиксации нарушений ПДД. Что делает возможным решение выше поставленной проблемы для любого города.

Таким образом, повсеместное использование существующей системы обработки и фиксации нарушений ПДД упрощает задачу мониторинга ситуации на дорогах, экономит денежные средства, повышает безопасность дорожного движения.

## **СИСТЕМА АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ**

Ю.Б. Алпатов

Научный руководитель – Алпатов Б.А.

д.т.н., проф.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время для решения задачи анализа транспортных потоков наиболее популярными являются видеодетекторы транспортных средств (ТС). Они обладают следующими преимуществами:

1. Выделение ТС одним датчиком по нескольким полосам
2. Сбор большого числа разнообразных данных о дорожном движении
3. Способность визуального наблюдения транспортного потока

Существуют следующие основные подходы к задаче выделения движущихся объектов:

1. Использование разности соседних кадров
2. Учет фоновой составляющей
3. Использование оптического потока
4. Выделение особых точек изображения

Ни один из этих методов не дает качественного результата из-за наличия следующих факторов: динамически меняющиеся погодные условия и условия освещенности, пробки и частая остановка ТС перед светофором с заездом за стоп-линию в зону анализа изображения, частичное взаимное перекрытие ТС.

В работе рассматривается решение проблемы мониторинга автомобильного трафика, основанное на промышленных IP видеокамерах AXIS. Программное решение состоит из следующих компонентов:

1. Модуль анализа видеоизображения с использованием встроенного процессора в камере
2. Модуль выдачи результатов работы по ТСР/IP
3. Модуль конфигурирования и отображения результатов

Модуль анализа видеоизображения выполняет обработку видео в режиме реального времени. Анализ выполняется отдельно для каждого сенсора, установленного на определенную полосу движения. Алгоритм

анализа основан на оценке фоновой составляющей, использовании разности соседних кадров и пороговой обработки. При этом осуществляется детектирование 4-х состояний: дорога, машина, тень, засвеченный от фар участок дороги.

Модуль выдачи результатов работы выполнен в виде TCP сервера, выполняющего следующие функции:

1. Сохранение и выдача конфигурации видеодетектора
2. Выдача результатов работы по каждому сенсору за заданный интервал усреднения (кол-во ТС, средняя скорость, занятость)
3. Интеграция видеодетектора в автоматизированную систему управления дорожным движением (АСУДД)

Разработанное ПО было протестировано на реальных камерах AXIS P1355, установленных на перекрестках г.Рязань, в режиме круглосуточной работы.

## **РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

О.Е.Балашов, А.В. Винокурова

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Эксплуатация автодорог России показывает, что многие из актуальных транспортных проблем обусловлены низкой эффективностью управления дорожным движением, а также отсутствием соответствующего информационного и телекоммуникационного обеспечения [3]. Для повышения эффективности управления дорожным движением создаются Автоматизированные системы управления дорожным движением, которые являются неотъемлемыми компонентами информационного и телекоммуникационного обеспечения. Автоматизированная система управления дорожным движением - это комплекс программно-технических средств и мероприятий, направленных на обеспечение безопасности движения, улучшение параметров улично-дорожной сети, снижение транспортных задержек и улучшение экологической обстановки.

В настоящее время бурный процесс автомобилизации с каждым годом охватывает все большее число стран, в том числе и наш город. Постоянно увеличивается автомобильный парк, количество вовлекаемых в сферу дорожного движения людей. Рост автомобильного парка и объема перевозок ведет к увеличению интенсивности движения, что приводит к возникновению транспортной проблемы. Особенно остро она проявляется в узловых пунктах улично-дорожной сети. В результате увеличиваются транспортные задержки, образуются очереди и заторы, что вызывает снижение скорости перемещения транспортных средств и грузов, неоправданный перерасход топлива и повышенное изнашивание узлов и агрегатов транспортных средств [1].

В данной работе решается задача оптимизации движения транспортных средств на четырехстороннем перекрестке (рисунок 1). Главной задачей интеллектуального управления является увеличение пропускной способности рассматриваемого перекрестка, тем самым минимизация

количества машин на перекрестке, ожидающих зеленый сигнал светофора. Критерий оптимизации можно записать в виде

$$I = \sum_i t_{np_i} \cdot Ves_i, i = \overline{1 \dots n}, \quad (1)$$

где  $t_{np}$  - массив, элементами которого является время ожидания разрешительного сигнала светофора для  $i$ -го автомобиля;  $Ves$  - вес, для каждого автомобиля (часто зависит от направления движения).

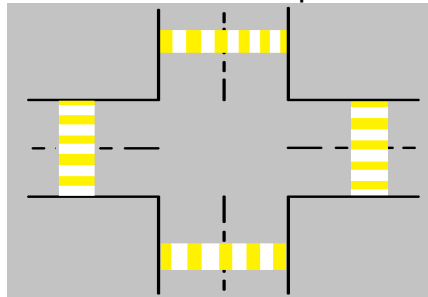


Рис.1. Схематичное изображение перекрестка

Оптимизация движения транспортных потоков может производиться разнообразными способами. В данной работе рассматривается применение генетического алгоритма оптимизации для снижения количества транспортных средств, ожидающих проезда через перекресток. Решением генетического алгоритма для рассматриваемой задачи является режим работы светофора, описываемый последовательностью и длительностью разрешающих сигналов на перекрестке. В качестве критерия оптимизации используется количество автотранспорта на перекрестке. Для эффективного применения рассматриваемого алгоритма необходима информация о количестве транспортных средств, подъезжающих к перекрестку со всех направлений. На современном этапе развития науки и техники данные об интенсивности движения предлагается получать с помощью анализа видеоданных, получаемых с камер, установленных перед перекрестком [2, 4].

Экспериментальные исследования разработанного алгоритма показали, что за счет оптимизации режима работы светофора удастся уменьшить количество автомобилей на перекрестке, ожидающих проезда, от 5 до 15 процентов в зависимости от распределения транспортных потоков по направлениям.

Исследования выполнены при поддержке Государственного контракта МК-433.2014.10, заключенного с Министерством образования и науки.

#### Библиографический список

1. Акулов А.М. Общественный контроль в сфере организации и безопасности дорожного движения// KSODD.RU: Сайт межрегиональной общественной организации «Координационный совет по организации дорожного движения» URL: [http://ksodd.ru/bdd/experts/social\\_control.php](http://ksodd.ru/bdd/experts/social_control.php) (дата обращения 07.10.2014)

2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений в управлении. М.: Радиотехника, 2008. – 176с.

3. Атабеков К.К., Охотников В.И. Обеспечение безопасности дорожного движения на основе интегрированных систем связи URL: <http://arch.kyrlibnet.kg/uploads/АТАБЕКОВ%20К.К.,%20ОХОТНИКОВ%20В.И..pdf> (дата обращения 07.10.2014)

4. Балашов О.Е., Шевляков Д.А. Разработка алгоритма обнаружения движущихся объектов для видеодетекторов движения // Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании: Тез. докл. 15-ой всероссийской научно-технической конф. студентов, молодых учёных и специалистов. - Рязань, 2011. – С. 308-310.

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

А.М. Ларин

Научный руководитель – Варнавский А.Н.

к.т.н.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Развитие высокотехнологического производства в наше время является приоритетом в сфере развития промышленности. Необходимо уделять огромное влияние психоэмоциональному состоянию рабочих, т.к. нарушение эмоционального фона снижает качество выпускаемых изделий.

Целью данной работы является повышение качества выпускаемой продукции путем анализа психоэмоционального состояния рабочих.

Эмоциональное состояние рабочих на своем рабочем месте в первую очередь зависит непосредственно от своего рабочего места и если работник чем-либо не доволен, то необходимо разобраться в этом и решить данную проблему. Предотвратить количество бракованных изделий предлагается с помощью технологии распознавания образов.

Современные комплексы распознавания образов обеспечивают достаточно большую (80%) точность. Однако высокая стоимость данных комплексов не позволяет многим предприятиям внедрить их у себя. Поэтому задачей работы являлась поиск решения, которое не требует высоких затрат на внедрение и обеспечивает точную работу распознавания образов.

Разработанная корпорацией Intel библиотека алгоритмов компьютерного зрения с открытым исходным кодом OpenCV (Open Source Computer Vision Library) позволяет решить данную задачу экономичности. Особенностью этой библиотеки является поддержка всех современных платформ: Microsoft Windows, Linux, Mac OS X, Android, iOS.

Библиотека OpenCV позволяет обнаруживать лица и эмоции людей. Обнаружение лица в OpenCV основывается на разработке П.Виолы и М.Джонса, которая была опубликована в 2001 г., обычно именуемая методом Виолы-Джонса. Особенности, которые использовали Виола и Джонс, базируются на признаках Хаара. OpenCV уже содержит целый набор готовых обученных классификаторов Хаара, сохраненных в формате xml. В файле имеются классификаторы, как для поиска лица, так и его отдельных частей: глаз, рта, носа [1].

В некоторых случаях, в частности, для идентификации эмоций, перед непосредственным распознаванием образа, необходимо привести

изображение к единому стандарту, данный процесс называется нормализацией изображения. К базовым операциям нормализации относят: согласование размеров, приведение к единому наклону, изменение контраста и яркости изображения.

Большое применение машинное зрение может найти в сфере промышленности, в том числе для отслеживания психоэмоционального фона на предприятии.

В таком, как правило, огромном предприятии как завод необходимо очень тщательно продумать, скоординировать работу всех элементов управления. Применение машинного зрения позволяет минимизировать «человеческий фактор» в сложных, больших цехах и уменьшить работу психологов.

В данной работе предлагается повысить качество производящей продукции путем управления предприятием на основе уже проанализированных данных ЭВМ.

На участках, где «человеческий фактор» исключить нельзя (например, где необходима ручная сборка изделий) предлагается установить видеокamеры, которые в режиме реального времени будут захватывать лицо рабочего. Одним из факторов возникновения брака на предприятии является эмоциональное состояние рабочего.

Опишем алгоритм работы системы. Для начала работы системы должно быть получено сообщение о появлении брака на линии. Оно может быть отправлено любым способом, в зависимости от специфики предприятия. Если это мелкие, однотипные детали, то можно обучить ЭВМ на поиск наличия брака и дефектов с использованием машинного зрения (по вышеописанным методам контурного анализа или использование выделения по цвету). Сигнализировать о появлении брака может так же и контроллер, вручную отправив сигнал (нажатием кнопки).

Если получено хотя бы одно сообщение о наличии брака, то система отслеживания эмоционального состояния рабочих на линии активируется, начинается отслеживание отрицательных эмоций: печаль, ярость, раздражение и т.д. С использованием камеры видеонаблюдения получаем изображение, выделяем лицо и эмоции по методу Виолы-Джонса и признаков Хаара.

Отслеживание за эмоциями ведется на протяжении тридцати минут, если в течение этого времени эмоциональное состояние рабочего не изменилось, то сообщения заносится в архив (базу данных) и отправляется сигнал руководству о срочном решении данной проблемы.

База данных формируется для последующего анализа в случае систематического негативного состояния рабочего. При этом руководство должно принять меры об устранении этого состояния, в случае если это состояние связано с условиями работы.

Разработку предлагается производить с использованием языка общего назначения C++, который позволяет создать кроссплатформенное программное обеспечение. На ЭВМ должна быть установлена Unix-подобная операционная система.

Вся информация в базе данных будет под управлением MySQL – свободной реляционной системы управления базами данных. Выбор MySQL основан и на простоте использования, возможности дальнейшей

разработки более глобальной локальной вычислительной сети, в случае анализа состояния рабочих сразу на нескольких предприятиях. Для этого предполагается написания веб-приложения с использованием таких языков как PHP и JavaScript. При этом менеджеры смогут отслеживать общее эмоциональное состояние рабочих и использовать поведенческо-бихевиористский подход в управлении предприятием для увеличения качества выпускаемой продукции.

Для принятия верных управленческих решений менеджеры должны оценивать ситуацию, проводить анализ в разных ситуациях и именно результаты работы системы распознавания эмоций позволят откорректировать решения менеджеров в области управления рабочими.

Таким образом, задача поиска наиболее экономичного, быстрого и качественного решения реализации вышеописанной системы является использование свободно распространяемого программного обеспечения, библиотек и операционных систем. Внедрение системы распознавания эмоций на основе библиотеки машинного зрения OpenCV предполагается разрешить проблему качества продукции на крупных предприятиях, при этом решается проблема удовлетворенности рабочих их рабочим местом.

#### *Библиографический список*

Чубаров А.С. Применение компьютерного зрения на предприятиях агропромышленного комплекса //Сборник научных трудов международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы агроинженерии и их инновационные решения». - Рязань, 2013. - С. 280-281

### **ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ**

О.Е. Балашов, П.В. Скрябина

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Задача автоматического выделения движущихся объектов в последовательности видеоданных является одной из важнейших задач анализа изображений. Такая задача остро встает, например, при наблюдении за автотранспортом, людьми, в охранных устройствах [1,2]. Устройства, обнаруживающие и выделяющие движущиеся объекты при неподвижном фоне, называются видеодетекторами движения.

Принцип работы видеодетекторов движения основан на выделении движущихся объектов на неподвижном фоне [3]. При использовании такого подхода при установке видеодетекторов на улицах (вне помещений) обычно возникают следующие проблемы:

- 1) ложные тревоги, вызванные изменениями освещенности сцены;
- 2) неоднородная чувствительность в темных и светлых областях изображения;
- 3) в различных погодных условиях необходимы различные установки параметров для выделения движущихся объектов;
- 4) отсутствие информации о размерах движущихся объектов приводит к ложным тревогам (в охранных системах), например, от мелких животных, птиц, пролетающих перед видеодатчиком;
- 5) плохая чувствительность к медленно движущимся объектам.



Программная реализация разработанного алгоритма произведена с помощью пакета Video and Image Processing Blockset системы Matlab. Подход заключается в оценивании схожести пикселей или фрагментов текущего кадра с пикселями или фрагментами фонового (эталонного) кадра. В общем случае для обнаружения движения используется правило:

$$\begin{cases} |X[i, j, n] - B[i, j]| > T, & \text{то } i, j \text{ пиксель принадлежит подвижному объекту;} \\ \text{иначе пиксель принадлежит фону (д(движен в данном пикселе нет),} \end{cases}$$

где  $X[i, j, n]$  – значение яркости пикселя с координатами  $i, j$  в  $n$ -м кадре,  $B[i, j]$  – значение яркости пикселя с координатами  $i, j$  на фоновом изображении,  $T$  – пороговое значение. Пример обрабатываемой видеопоследовательности показан на рис.1.



Рис. 1. Пример работы алгоритма

В данной работе проведено исследование работы алгоритма выделения подвижных объектов при изменении фонового изображения с течением времени, например, движение теней домов, деревьев, изменение освещенности, которое возникает при движении облаков.

Рассматриваемый алгоритм производит постоянный мониторинг средней освещенности сцены, движение теней в локальных областях изображения. В результате производится адаптация параметров алгоритма выделения схожести текущего и эталонного изображений для каждой части видеокadra отдельно. Экспериментальные исследования показали, что использование данного подхода позволяет повысить точность выделения движущихся объектов в сравнении с системой, обрабатывающей видеокadra как единое целое.

Исследования выполнены при поддержке Государственного контракта МК-433.2014.10, заключенного с Министерством образования и науки.

#### *Библиографический список*

1. Информационный ресурс [<http://www.bezopasnost.ru/about/articles/detail/47/1365/>] (дата обращения 06.10.2014г.)
2. Козлов В. А., Потапов А. С. Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного университета информационных технологий, механики и оптики, 2011, № 3 (73)

З. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений в управлении. М.: Радиотехника, 2008. – 176с.

## **ПРИМЕНЕНИЕ УЧЕБНЫХ РОБОТОВ LEGO NXT В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ**

Е.И.Волжина

Научный руководитель – Бабаян П.В.,

к.т.н.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Теория автоматического управления (ТАУ), - научная дисциплина, предметом изучения которой являются процессы, протекающие в системах управления. ТАУ выявляет общие закономерности функционирования, присущие автоматическим системам различной физической природы, и на основе этих закономерностей разрабатывает принципы построения высококачественных систем управления. ТАУ при изучении процессов управления абстрагируется от физических и конструктивных особенностей систем и вместо реальных систем рассматривает их адекватные математические модели. Основными методами исследования в ТАУ являются математическое моделирование, теория обыкновенных дифференциальных уравнений, операционное исчисление и гармонический анализ. Для повышения качества усвоения студентами основных понятий ТАУ теоретический курс должен сопровождаться лабораторными занятиями, на которых студенты должны знакомиться с практическими примерами систем управления и методами их проектирования.

Настоящий доклад посвящен созданию методического обеспечения для лабораторной работы по курсу ТАУ, в которой в качестве объекта управления будут выступать модели, построенные на базе конструктора Lego NXT, такие как подъемный кран, перевернутый маятник и другие.

Представляется, что использование конструктора Lego NXT в лабораторном практикуме сделает процесс обучения более наглядным, а сам предмет увлекательным. В лабораторных работах студентов использование подобных моделей может послужить отличной заменой традиционному компьютерному моделированию. С образовательной точки зрения данный подход обладает рядом преимуществ. В частности, используя подобное лабораторное оборудование, студенты имеют возможность понять не только основные принципы теории управления, но и оценить на практике результаты своих расчетов. Открывается возможность получить дополнительные знания в других областях, таких как теория информации, программирование, схемотехника и т.д. Таким образом, используя робототехнические лабораторные комплексы, мы можем предоставить студентам возможность создавать систему управления для устройства, начиная с вывода формул и заканчивая экспериментальной реализацией.

Предложенный метод решения проблемы будет детально проработан и опробован в учебном лабораторном практикуме по ТАУ на кафедре АИТУ.

# **КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ДАННЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ШУМОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ ВЕЙВЛЕТ- ПРЕОБРАЗОВАНИЯ**

М.Н. Гурьева

Научный руководитель – Бехтин Ю.С.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Улучшение изображений, получаемых с помощью инфракрасных многоэлементных датчиков (фотоприемников), основано на эффективном подавлении так называемого геометрического шума, вызванного неоднородностью каналов передачи сигналов от фотоэлементов. Из литературы хорошо известна многоточечная процедура коррекции геометрического шума, однако на практике широко используется двухточечная коррекция (по низкой и высокой температурам калибровочного поля).

Результатом калибровки являются значения коэффициентов передачи фотоэлементов и напряжений смещения на их выходах, обусловленные действием темнового тока. Изображение, сформированное на выходе фотоприемника, обрабатывается либо во внешнем устройстве цифрового сигнального процессора, либо в компьютере, что необходимо для устранения смещений и умножения на коэффициенты коррекции.

Очевидно, что предварительная калибровка увеличивает аппаратные и временные затраты. Кроме того, при работе в смотрящем режиме каналные коэффициенты передачи фотоприемника имеют свойство "плавать" относительно условной единицы, что приводит к необходимости периодически прерывать смотрящий режим для калибровки.

Таким образом, перспектива лежит в построении эффективных методов обработки ИК-сигналов для максимально долгого сохранения итогов предварительной коррекции геометрического шума. Один из путей - это использование комплексирования данных. В свете рассматриваемой проблемы комплексирование данных может считаться технологией, посредством которой искаженные геометрическим шумом данные соседних кадров, содержащих одну и ту же сцену, объединяются вместе для формирования выходного изображения с уже незначительным, остаточным геометрическим шумом.

Данная работа представляет полностью автоматическую схему комплексирования данных многоэлементных фотоприемников, где применяется логическая обработка вейвлет-коэффициентов, принадлежащих различным пространственно-ориентированным деревьям (ПОД).

Пусть имеется несколько соседних кадров одной и той же сцены, которые образуют библиотеку входных изображений. Изображения этой библиотеки содержат остаточный после двухточечной коррекции геометрический шум темнового тока и возрастающий геометрический шум чувствительности, который проявляется как мультипликативный шум.

Каждый из комплекслируемых кадров имеет свой собственный набор пространственно-ориентированных деревьев, которые отличаются

диапазоном вейвлет-коэффициентов в зависимости от дисперсии и функции плотности вероятности геометрического шума. Рис.1,а показывает поведение нормированных вейвлет-коэффициентов, полученных после трехуровневого быстрого вейвлет-преобразования, для одного из 4096 ПОД для тестового инфракрасного изображения. Видно, что различия между кривыми спада вейвлет-коэффициентов ПОД зашумленных изображений (2-4) и «идеальной» кривой (1), соответствующей калиброванному изображению, имеют хаотический характер, что особенно видно в области «высокочастотных» вейвлет-коэффициентов, ответственных за детали изображения. Таким образом, с целью сохранения информации в комплексированном изображении желательно сохранить вейвлет-коэффициенты с малыми амплитудами, которые ближе к "идеальной" кривой. С другой стороны, мы не можем применить здесь пороговую обработку, поскольку она вносит артефакты звона в выходное изображение.

Вейвлет-коэффициенты аппроксимации имеют высокие значения из-за свойства быстрого вейвлет-преобразования накапливать энергию сигнала в низкочастотной области. В этом случае используется отбор тех вейвлет-коэффициентов, значения которых наиболее близки к их среднему значению, рассчитанному по всем ПОД. Таким образом, два множества вейвлет-коэффициентов в каждом ПОД обрабатываются отдельно двумя различными алгоритмами.

Результат применения соответствующих алгоритмов для тех же ПОД показан на рис.1,б. Из рис.1,б видно, что «синтезированная» (1) и «идеальная» (2) кривые почти совпадают, следовательно, можно ожидать значительного снижения геометрического шума и отсутствия артефактов в комплексированном изображении.

Таким образом, предложенный метод комплексирования данных для ИК-изображений с геометрическим шумом носит эмпирический характер и отражает попытку найти компромисс между противоречивыми требованиями.

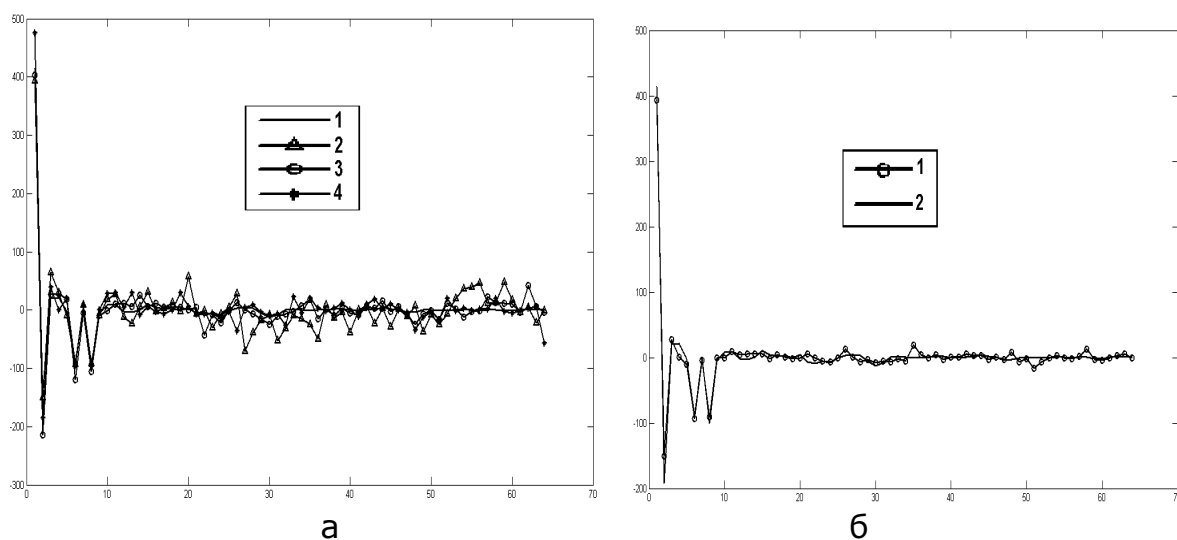


Рис.1 - Зашумленные (а) и обработанное (б) ПОД

## **ОБНАРУЖЕНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ**

М.Д. Ершов

Научный руководитель – Алпатов Б.А.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Задача обнаружения пленочных загрязнений важна, так как связана с приобретающей все более острый характер проблемой контроля загрязнения морской среды. Моря и океаны покрывают значительную площадь нашей планеты, поэтому возникает вопрос, как проводить оперативное наблюдение за состоянием огромных водных пространств.

В настоящее время наиболее эффективным способом получения информации о состоянии морской поверхности является дистанционное зондирование Земли, осуществляемое космическими аппаратами, оборудованными различными видами съемочной аппаратуры, способной фиксировать электромагнитное излучение с длинами волн от долей микрометра (видимое оптическое излучение) до метров (радиоволны) [1].

Для решения поставленной задачи разработан алгоритм, исходными данными для которого являются изображения поверхности океана, полученные от радаров с синтезированной апертурной решеткой. Радиолокационная аппаратура позволяет проводить съемку поверхности Земли в любое время суток и независимо от погодных условий.

Источниками пленочных загрязнений вод мирового океана могут являться активное судоходство, рыболовство, незаконные сбросы нефтепродуктов и нефтесодержащих жидкостей (промывочные, льяльные воды судов).

Пленочные загрязнения значительно уменьшают интенсивность взаимодействия ветра с поверхностью моря, что приводит к подавлению капиллярных и мелких гравитационно-капиллярных волн [2]. Гашение мелкомасштабных волн пленочным загрязнением приводит к резкому уменьшению рассеяния радиоволн в сторону антенны, поэтому в этих местах на радиолокационном изображении наблюдаются темные пятна.

В результате основным этапом алгоритма обнаружения пленочных загрязнений является выделение темных пятен на изображении поверхности океана. Для решения данной задачи используется адаптивная пороговая сегментация [3], причем порог для каждого пикселя устанавливается на основе оценки шероховатости окружающей морской поверхности в локальной окрестности. В результате оценивается степень однородности в соответствии с отношением среднеквадратического отклонения  $\sigma$  к среднему значению яркости  $\mu$  в окрестности пикселя. Размер скользящего окна определяется в зависимости от пространственного разрешения спутникового снимка.

Выделение пленочных загрязнений основывается на том факте, что отношение  $\sigma$  к  $\mu$  в области с пленочным загрязнением будет высоким, и получим более сильный контраст между пятном и окружающей поверхностью.

По результатам экспериментальных исследований, проведенных на радиолокационных изображениях, полученных космическими аппаратами

дистанционного зондирования Земли (ERS-1/2), можно сделать вывод об эффективности работы рассматриваемого алгоритма обнаружения пленочных загрязнений.

Предметом дальнейших исследований является классификация темных областей на пятна антропогенного (например, разливы нефти и нефтепродуктов) и естественного происхождения (биогенные пленки, штилевые зоны, гравитационные волны и другие).

Исследования выполнены с использованием средств Гранта для поддержки ведущих научных школ РФ (НШ-252.2014.10).

### *Библиографический список*

1. Смирнов Л.Е. Аэрокосмические методы географических исследований. – СПб.: Изд-во СПбГУ, 2005. – 348 с.
2. Alpers W., Huhnerfuss H. The damping of ocean waves by surface films: A new look at an old problem // Journal of Geophysical Research: Oceans, 1989, V. 94, № C5. – P. 6251-6265
3. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.

## **АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ЕГО ЧАСТИЧНОМ ЗАСЛОНЕНИИ**

С.М. Ларионов, А.А. Селяев

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Для определения координат движущегося объекта в последовательности кадров часто используется корреляционно-экстремальный разностный алгоритм. В его основе лежит поиск минимального значения некоторой функции:

$$F(\alpha, \beta) = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^m |G(\alpha + i, \beta + j) - H(i, j)|, \quad (1)$$

где  $F(\alpha, \beta)$  - критериальная корреляционная разностная функция;  $G(\alpha + i, \beta + j)$  - значение яркости точки исходного изображения  $G$  с координатами  $\alpha + i$  и  $\beta + j$ ;  $H(i, j)$  - значение яркости точки эталонного изображения  $H$ ;  $n \times m$  - число точек изображения  $H$ .

Координаты  $\alpha_m$  и  $\beta_m$ , соответствующие минимальному значению критериальной функции  $F(\alpha_m, \beta_m)$ , принимаются в качестве искоемых координат объекта наблюдения в текущем кадре.

Однако при движении объекта, например, автомобиля, возникают проблемы с определением его координат при частичном заслонении: деревьями, пешеходами, другими автомобилями и т. п. Вопрос о том, как работать с такими изображениями остаётся открытым. Существуют различные методы решения данной проблемы, однако каждый из них имеет свои недостатки, поэтому создание систем наблюдения, нацеленных

на обработку изображений заслонённых объектов, и сейчас является весьма актуальным. В докладе будет рассмотрен один из вариантов решения этой задачи.

В основе предложенного метода лежит модифицированный корреляционно-экстремальный алгоритм (1). Согласно этому алгоритму вычисляется разность  $f$  между значением яркости точки текущего кадра (зоны поиска) и значением яркости соответствующей точки эталонного изображения по следующей формуле:

$$f = |G(\alpha + i, \beta + j) - H(i, j)|. \quad (2)$$

После чего значение  $f$  сравнивается с некоторым «доверительным порогом»  $R_{\text{дов}}$ . И если  $f \geq R_{\text{дов}}$ , то данная точка текущего кадра (зоны поиска)  $G(\alpha + i, \beta + j)$  будет исключена из рассмотрения, то есть не будет участвовать в формировании критериальной функции  $F(\alpha, \beta)$  для указанной точки. Вместе с тем вычисляется матрица из нулей и единиц – маска  $M$  согласно формуле:

$$M = \begin{cases} 0, \text{ при } f \geq R_{\text{дов}} \\ 1, \text{ при } f < R_{\text{дов}} \end{cases}. \quad (3)$$

Как видно из формулы (3), маска  $M$  для исключённых точек принимает значение, равное 0.

Таким образом, представленный метод позволяет определить координаты объекта наблюдения при его частичном заслонении за счёт исключения из рассмотрения заслонённых точек. Но при этом возможна потеря объекта, к примеру, если мы имеем дело с малоконтрастным изображением или при сильном заслонении объекта. Поэтому параллельно вычисляются: рассогласование координат объекта относительно центра зоны поиска, величина корреляционной функции для каждого рассматриваемого участка изображения и ошибка определения координат объекта. Эти данные позволяют судить о степени достоверности найденных координат объекта в текущем кадре, и нужно ли сменить режим работы алгоритма, к примеру, перейдя к режиму прогнозирования.

При построении алгоритма основополагающей является задача определения «доверительного порога»  $R_{\text{дов}}$  и минимального числа рассматриваемых точек  $N_{\text{мин}}$ , при котором возможно с высокой долей уверенности утверждать, что обрабатываемый участок изображения содержит искомый объект (т. е. должно выполняться следующее условие:  $N_{\text{мин}} \leq N_{\text{общ}} - N_{\text{искл}}$ , где  $N_{\text{общ}}$  – общее число точек эталонного изображения,  $N_{\text{искл}}$  – число исключённых точек).

В докладе приводятся результаты исследований работы предложенного алгоритма для определения координат движущихся объектов, имеющих различную яркость, степень и время заслонения.

Исследования выполнены при поддержке гранта для ведущих научных школ НШ-252.2014.10.

## ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА

Е.А. Масленников

Научный руководитель – Бабаян П.В.

К.Т.Н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Оценивание пространственной ориентации объекта по его изображению является актуальной задачей технического зрения в наши дни. Возможными областями её применения являются многочисленные задачи навигации и управления наземными мобильными роботами и летательными аппаратами. Примерами таких задач являются:

- автоматическая дозаправка летательных аппаратов;
- стыковка космических кораблей;
- анализ и индексация видеосюжетов.

В работах [1, 2] был предложен подход к решению задачи оценивания пространственной ориентации объекта, состоящий из двух этапов: обучение и оценивание. На этапе обучения происходит расчет дескрипторов эталонных изображений объекта при равномерно распределенных на сфере ориентациях. Эталонные изображения формируются на основе 3D-модели исследуемого объекта. На этапе оценивания для определения ориентации объекта находится дескриптор эталонного изображения, который в наибольшей степени соответствует дескриптору наблюдаемого изображения.

В работе [3] был предложен алгоритм предварительного оценивания ориентации объекта, основанный на описанном выше подходе. В данном случае результатом предварительного оценивания является  $n$  ориентаций-кандидатов. При разработке данного алгоритма предпринималась попытка удовлетворить требованиям к невысокой вычислительной сложности и устойчивости к шуму.

На этапе обучения алгоритма создаётся база эталонных дескрипторов по синтезированным изображениям объекта в ориентациях, равномерно распределенных на сфере (для равномерной дискретизации сферы использовался алгоритм построения геосферы). Применяемый дескриптор основан на использовании внешнего контура объекта и обладает высокой устойчивостью к шуму. Предложенный тип критериальной функции для сопоставления дескрипторов обеспечивает инвариантность дескриптора к повороту изображения.

На этапе оценивания выполняется сопоставление дескриптора наблюдаемого изображения с эталонными дескрипторами. Для этого производится вычисление критериальной функции для каждого дескриптора из эталонной базы. Были проведены исследования, в результате которых было обнаружено, что, как правило, хотя бы один из первых  $m = N_g \cdot 0,025$  элементов отсортированного вектора значений критериальной функции соответствует текущей ориентации объекта с ошибкой оценивания ориентации до  $10^\circ$  ( $N_g$  – размер геосферы). Так как среди полученных  $m$  ориентаций-кандидатов встречаются похожие ориентации, то для сокращения неопределенности оценивания ориентации



производится объединение групп ориентаций-кандидатов в кластеры. В ходе исследования было выявлено, что в результате кластеризации ориентаций-кандидатов получалось  $n = \overline{1,5}$  кластеров.

Для проведения экспериментальных исследований было синтезировано 500 изображений. Распределение ориентаций объекта было близко к равномерному. Полученные изображения были искажены равномерным аддитивным шумом с различной интенсивностью. На стадии обучения были рассчитаны дескрипторы объекта по геосфере фактора 6 (362 точки). В ходе исследования производилась совмещение дескриптора наблюдаемого изображений с эталонными дескрипторами. Затем проводилась кластеризация наилучших отобранных точек.

Был сделан вывод, что если считать результатом оценивания первую ориентацию-кандидата, то вероятность правильного оценивания будет составлять от 78% до 98,5% в зависимости от интенсивности зашумления изображения.

В ходе исследования было выявлено, что в результате кластеризации ориентаций-кандидатов всегда получалось от 1 до 5 кластеров. Распределение частот различного количества кластеров показано в табл. 1.

*Табл. 1 – Распределение частот количества кластеров*

Количество кластеров	1	2	3	4	5
Частота	3,2%	53,5%	32%	9,5%	1,8%

Разработанный алгоритм предварительного определения ориентации подтвердил свою работоспособность в ходе экспериментальных исследований. Данный алгоритм обладает невысокой вычислительной сложностью (сопоставление дескрипторов производится в 20 раз быстрее, чем в алгоритмах, предложенных в [2]). Экспериментальные исследования подтвердили устойчивость алгоритму к шуму на наблюдаемом изображении.

Исследования выполнены при поддержке гранта RFMEFI57414X0056 Министерства образования и науки РФ.

#### *Библиографический список*

1. Бабаян П.В., Масленников Е.А. Алгоритмы оценивания пространственной ориентации объекта по его двумерному изображению // Доклады 15-й междунар. конф. DSPA-2013 том-2. – М., 2013 – С.58-62.
2. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Масленников Е.А. Алгоритмы оценивания ориентации объекта по его двумерному изображению в бортовых системах видеослежения // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. – Рязань, 2013. – №3. – С. 3-8.
3. Бабаян П.В., Масленников Е.А. Двухэтапный алгоритм оценивания пространственной ориентации объекта с помощью дескриптора внешнего контура // Доклады 16-й междунар. конф. DSPA-2014 том-2. – М., 2014 – С.539-542.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА NATIONAL INSTRUMENTS VISION BUILDER AI 3.6 В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ**

А.А.Камчёнкова

Научный руководитель - Бабаян П.В.

К.Т.Н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Стремительный прогресс компьютерной техники послужил стимулом к развитию информационных технологий в различных областях науки и техники. Интерес к методам цифровой обработки изображений произрастает из двух основных областей ее применения, которыми являются повышение качества изображений для улучшения его визуального восприятия человеком и обработка изображений для их хранения, передачи и представления в автономных системах машинного зрения.

В настоящее время прослеживается тенденция к расширению диапазона использования систем машинного зрения в промышленном производстве. Это обусловлено повышением требований к качеству производимой продукции. Польза системы визуальной инспекции на основе машинного зрения заключается в высоком быстродействии, возможности круглосуточной работы и точности измерений.

В связи с этим актуальным является введение элементов теории и практики обработки изображений и распознавания образов в учебный процесс Рязанского государственного радиотехнического университета. Существует множество программных средств, позволяющих производить быструю разработку алгоритмического обеспечения для систем технического зрения. Использование таких средств в лабораторном практикуме по курсу «Цифровая обработка сигналов и изображений» позволит познакомить студентов с примерами практического использования алгоритмов, которые будут рассматриваться в теоретической части курса.

Доклад посвящён созданию методического обеспечения для проведения лабораторной работы «Автоматический видеоконтроль качества продукции», в которой студенты познакомятся с основами программного пакета National Instruments Vision Builder AI 3.6.

Программа Vision Builder AI обладает широкими возможностями, связанными с получением, улучшением, обработкой и анализом изображений. С помощью блока Calibrate Image можно калибровать изображения, содержащие линейные, перспективные и нелинейные искажения. Это может быть необходимо для проведения точных измерений. Данный блок калибрует изображения так, что результаты измерения будут представляться в физических единицах: метрах, сантиметрах и пр. Также есть блоки, которые служат для поиска границ и нахождения эталонного изображения в зоне обработки. В программе можно реализовать пороговую обработку, двоичные морфологические операции. Пороговая обработка позволяет выбирать диапазон яркости точек цветных или черно-белых изображений, с помощью которого можно отделить объект от фона. С помощью двоичных морфологических операций можно выделять или изменять структуру сегментов бинарного изображения. Эти операции можно использовать для повышения качества бинарного

изображении перед проведением различных измерений. Кроме того, эти преобразования могут понадобиться для изучения геометрических свойств областей изображения, а также для выделения объектов простейших форм с целью дальнейшего моделирования сцены или идентификации объектов.

В Vision Builder AI можно проводить различные измерения. Блок «Штангенциркуль» вычисляет максимальное или минимальное расстояния между границами объекта в выделенной зоне интереса. Данный блок выполняет следующие наиболее распространённые задачи: вычисляет различные геометрические характеристики на основе результатов предшествующих этапов обработки, проводит геометрические построения на основе найденного на предыдущих шагах алгоритма анализа изображения. Блок Measure Intensity предназначен для вычисления различных статистических характеристик яркости наблюдаемого изображения. На основе гистограммы яркости определяются такие статистические характеристики как: средняя яркость, дисперсия, минимальная и максимальная интенсивность. Принятие решения о том, что изображение объекта не удовлетворяет заданным требованиям, принимается в Vision Builder AI путём применения операции логического «И» к результатам работы каждого шага.

Лабораторная работа будет включать следующие варианты заданий:

1. Задание «Контроль упаковки лекарственных препаратов». При выполнении этого задания студентам будет предложено разработать алгоритм контроля качества упаковки лекарственных препаратов. Студенты должны спроектировать алгоритм анализа изображения, с помощью которого производится ряд действий: нахождение блистера таблеток, проверка целостности упаковки и размещения таблеток в блистере по цвету.

2. Задание «Контроль геометрических размеров при изготовлении ключей». При выполнении этого задания студентам будет предложено разработать алгоритм для определения и фиксации размеров ключей. Студенты должны спроектировать алгоритм анализа изображения, сравнивающий размеры ключей с заданными значениями.

3. Задание «Контроль внешнего вида продукции в пищевой промышленности». При выполнении этого задания студентам будет предложено разработать алгоритмы, осуществляющие контроль качества упаковки в пищевой промышленности. Студенты создают алгоритмы, фиксирующие наличие этикеток и лейблов, определяющие уровень «наполненности» бутылки.

## **АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ**

В.С. Муравьев

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Одной из актуальных задач тематической обработки радиолокационных изображений, возникающей при их дешифрировании, является обнаружение и оценка параметров объектов. В роли таких объектов выступают корабли и суда различных классов. Хотя объекты на

изображении могут быть хорошо различимы, присутствие интенсивного шума и помех существенно усложняет процесс их обнаружения. Для повышения качества решения задачи требуется создание комплексного подхода.

Предлагаемый алгоритм состоит из следующих основных этапов:

- обнаружение областей интереса;
- сегментация изображений;
- анализ параметров найденных объектов;

Обнаружение областей интереса заключается в обработке исходного радиолокационного изображения с помощью усредняющей многооконной фильтрации с последующей локальной пороговой обработкой. В окрестности центрированной относительно текущего пикселя вычисляется усредненное значение  $\mu_o(i, j)$ , что необходимо для сглаживания шума искажающего яркость точек объекта. Статистические характеристики фона оцениваются в окне большего размера, причем все точки, в которых оценивается яркость объекта, исключаются из рассмотрения. При этом предполагается, что фоновая составляющая в окне подчиняется нормальному закону распределения.

Для получения бинарного изображения выполняется локальная пороговая обработка в соответствии с правилом:

$$b(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{при } \mu_o(i, j) > \mu_\phi(i, j) + \sigma_\phi(i, j)k, \\ 0, & \text{иначе,} \end{cases}$$

где  $\mu_\phi(i, j)$ ,  $\sigma_\phi(i, j)$  – среднее и оценка среднеквадратического отклонения фона в окне,  $k$  – пороговый коэффициент. Единичные пиксели на бинарном изображении принадлежат объектам-кандидатам, а нулевые – фону. На данном этапе может использоваться информация о положении суши для маскирования областей на снимке, не содержащих надводные объекты. Описанный подход схож с алгоритмом обнаружения на основе постоянной частоты ложных тревог, который широко используется на практике [1,2].

На первом этапе выделяются лишь часть пикселей, принадлежащих объекту. Центры обнаруженных объектов-кандидатов выступают в качестве центров областей интереса. Для восстановления бинарных масок объектов введен этап сегментации изображений в окрестности областей интереса.

Для сегментации изображения используется модифицированный алгоритм наращивания областей. В ходе прохода изображения восстанавливается форма объектов и оцениваются такие параметры, как средняя яркость, площадь и размеры.

Затем анализируются объекты по площади и соотношению сторон. Объекты не прошедшие проверку исключаются из рассмотрения. Определяется ориентация объектов на основе направления их главной оси. Зная ориентацию, вычисляется длина и ширина объекта в пикселях, которые пересчитываются в метры.

С целью анализа работоспособности описанного алгоритма было проведено его компьютерное моделирование с использованием радиолокационных изображений, полученных от спутников дистанционного зондирования Земли TerraSAR-X, ERS-2. Получены данные, свидетельствующие о возможности применения предлагаемого подхода для обработки реальных спутниковых снимков. Изображения высокого разрешения предварительно загрублялись с целью уменьшения перепадов яркости, а максимальное значение яркости ограничивалось сверху некоторой заданной величиной.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта Президента РФ для молодых российских ученых-кандидатов наук МК-958.2013.10.

#### *Библиографический список*

1. Hinz S., Meyer F. Automatic ship detection in space-borne SAR imagery // International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, 2009, Vol. 38, 6 p.
2. Jiayuan L., Mingzhu L., Shuhong J. An adaptive ship detection method in SAR image based on CFAR // 2nd International Conference on Information Communication and Management, Singapore, 2012, Vol. 55, pp. 51-55.

### **АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ ЭТАЛОННОГО ОПИСАНИЯ ОБЪЕКТА ИНТЕРЕСА ДЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ АНАЛИЗА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ**

А.Б. Фельдман

Научный руководитель – Алпатов Б.А.

д.т.н., проф.

#### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Задача оценивания параметров протяженных объектов на видеоизображениях возникает в различных приложениях технического зрения [1]. Одним из таких приложений являются навигация и управление летательными аппаратами [2]. При наблюдении объектов с борта летательного аппарата возникает ряд проблем, связанных с наличием яркостных искажений и быстрым изменением ракурса съемки. Следовательно, применяемый алгоритм анализа изображений должен быть устойчив к мешающим факторам и обладать возможностью адаптации к изменяющимся условиям наблюдения.

Одним из подходов к построению алгоритмов оценивания параметров протяженных объектов является использование методов выделения и сопоставления особых точек изображений [3]. Алгоритмы выделения особых точек конструируются таким образом, чтобы обеспечивать инвариантность формируемого набора особых точек к изменениям ракурса наблюдения и уровня освещенности сцены. Алгоритмы сопоставления особых точек базируются на сравнении вычисляемых специальным образом инвариантных дескрипторов и позволяют находить устойчивую оценку межкадровых перемещений объекта интереса.

Однако, при достаточно длительном наблюдении, выделенный изначально набор особых точек перестает адекватно представлять объект

интереса. Простые схемы обновления, такие как обновление набора особых точек на каждом кадре, обычно не позволяют добиться устойчивости при слежении за объектом. В данной работе рассматриваются алгоритмы формирования и обновления эталонного описания объекта, позволяющие повысить длительность слежения за объектом при существенном изменении условий наблюдения.

Для обновления описания объекта осуществляется выбор наиболее стабильных особых точек. Точка из эталонного описания называется стабильной, если она была сопоставлена с точкой наблюдаемого изображения не менее  $k$  раз в последних  $N$  кадрах. При оценке положения объекта используются только стабильные особые точки. Если точка из эталонного описания была сопоставлена в текущем кадре с точкой наблюдаемого изображения, то осуществляется обновление ее параметров [3]: координат, масштабного уровня, главного направления, дескриптора и величины отклика. Новые точки, попадающие в доверительную область, построенную с учетом габаритных размеров объекта, добавляются в эталонное описание, но не получают статус стабильных. Точки из эталонного описания, которые ни разу не были обнаружены в последних  $N$  кадрах, исключаются из дальнейшего рассмотрения.

Для исключения особых точек, которые принадлежат посторонним объектам и элементам фона предлагается использовать алгоритм фильтрации особых точек по скорости движения, который осуществляется в два этапа. На первом этапе с помощью фильтра скользящего среднего выполняется оценка скорости стабильных особых точек. На втором этапе исключаются точки, для которых одна из проекций вектора скорости превышает соответствующую величину, получаемую путем усреднения скорости движения центра объекта.

В докладе рассмотрены результаты экспериментов на натуральных и полунатурных видеосюжетах, подтверждающие возможность применения исследуемых алгоритмов в бортовых системах анализа видеоизображений.

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. Алпатов Б.А., Стротов В.В., Фельдман А.Б. Распознавание и прослеживание опорных участков местности для определения координат и курса беспилотного летательного аппарата // Доклады 15-й между нар. конф. DSPA-2013 том-2. – М., 2013\_С.62-66.
3. Lowe D. G. Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints // International Journal of Computer Vision, – №60, Vol2 – 2004. – P. 91-110.

## **РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ НА SOFT-ПРОЦЕССОРНОМ ЯДРЕ MICROBLAZE**

Р.А. Никитин, В.В. Стротов

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Сейчас одной из наиболее быстро развивающихся областей в сфере обработки визуальной информации является создание систем автоматического видеослежения [1]. В данных системах решается ряд задач, в результате чего производится переход от яркостного описания фоноцелевой обстановки (в виде видеопоследовательностей, получаемых с датчиков подвижной системы) к её параметрическому описанию. При этом можно выделить несколько основных этапов обработки, таких как выделение, обнаружение и захват объектов, измерение их координат, слежение за объектами и их сопровождение. Чтобы решить эти задачи необходимо оценить параметры геометрических преобразований изображений.

В ходе решения данной задачи часто встаёт необходимость выполнить оценку параметров межкадровых геометрических преобразований изображений. Из литературы известно большое количество методов определения параметров геометрических преобразований, которые могут быть разбиты на следующие группы [2]:

- методы пространственно-временной фильтрации последовательностей изображений;
- методы анализа оптического потока;
- методы морфологического анализа изображений;
- структурные методы.

В большинстве методов последней группы одним из этапов является вычисление параметров геометрических преобразований на основе сопоставление ряда опорных элементов (особых точек, линий или участков изображений), число которых обычно значительно больше, чем число параметров. Количество параметров зависит от выбранной модели геометрических преобразований. Как правило, достаточным является использование четырёхпараметрического преобразования, являющегося совокупностью преобразований смещения вдоль координатных осей, поворота и однородного изменения масштаба.

Решение данной задачи сводится к нахождению решения переопределенной системы линейных алгебраических уравнений [3]. Данный вид систем не имеет точного решения, можно найти лишь приближенное решение, которое будет являться наилучшим с точки зрения минимизации квадрата ошибки (псевдорешение системы). Существует несколько способов нахождения подобного решения, такие как QR-разложение, SVD-разложение и т.д. Эти способы требуют большого количества вычислительных ресурсов.

При решении данной задачи на soft-процессорном ядре MicroBlaze, реализуемом на ПЛИС фирмы Xilinx требуется учесть его вычислительные возможности. Они обычно ограничены архитектурными ограничениями и скоростью работы, поэтому вышеперечисленные способы решения задачи не подходят.

В данной работе предлагается способ, основанный на нормализации системы уравнений. Есть несовместная переопределенная СЛАУ  $A\vec{x}=\vec{b}$  с  $m \times n$  матрицей  $A$ . Запишем нормальную СЛАУ  $A^T A\vec{x}=A^T \vec{b}$ . Матрица  $A^T A$  положительно определенная и симметричная. Обозначим  $B=A^T A$  и  $\vec{c}=A^T \vec{b}$ . Решаем СЛАУ  $B\vec{x}=\vec{c}$  с симметричной положительно определенной  $n \times n$  матрицей  $B$  методом обратной матрицы и получаем единственное решение нормальной СЛАУ  $A^T A\vec{x}=A^T \vec{b}$ , а следовательно – единственное псевдорешение несовместной переопределенной СЛАУ  $A\vec{x}=\vec{b}$ .

Данный метод имеет низкую потребность в вычислительных ресурсах и простоту реализации. Отрицательной стороной данного метода является уменьшение точности решения системы с увеличением количества уравнений в ней. Оценки погрешностей показывают, что в рамках введённых ограничений, точность является достаточной. Это позволяет решать задачу предложенным способом.

Проведены экспериментальные исследования, подтверждающие работоспособность данного подхода.

Исследования выполнены с использованием средств Гранта для поддержки ведущих научных школ РФ (НШ-252.2014.10).

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. Alpatov B., Strotov V. An estimation algorithm of the multispectral image geometric transformation parameters based on multiple reference area tracking //SPIE Defense, Security, and Sensing. – International Society for Optics and Photonics, 2013. – С. 87130Q-87130Q-8
3. Амосов А.А., Дубинский Ю.А., Копчёнова Н.В. Вычислительные методы для инженеров: учебное пособие. – 2-е издание, испр. и доп. – М: Изд-во МЭИ, 2003. – 596 с.

### **КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОТ ДАТЧИКОВ ВИДИМОГО И ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ**

С.А. Смирнов

Научный руководитель – Алпатов Б.А.

д.т.н., проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Системы технического зрения, предназначенные для измерения координат объектов, получили широкое применение, как в военных, так и в гражданских областях. В настоящее время в таких системах всё чаще используются мультиспектральные датчики, фиксирующие изображения наблюдаемой сцены в инфракрасном и видимом диапазонах.

Для измерения координат объектов используются различные алгоритмы анализа изображений. Одним из алгоритмов, получившим широкое распространение, является алгоритм сегментации на основе байесовской



процедуры классификации [1]. На изображении выделяют зону для обработки, которую разбивают на две области: окна и рамки. При этом в области рамки не должны присутствовать точки, принадлежащие объекту. Область окна содержит как точки принадлежащие объекту, так и точки принадлежащие фону. Каждой точке в обрабатываемой области соответствует вектор признаков  $(i, j) \Rightarrow \mathbf{Z}^T = (z_1, z_2, \dots, z_n)$ , элементами которого являются значения яркости и норма градиента яркости. Правило, классифицирующее элемент изображения в окне как элемент объекта, выглядит следующим образом:

$$P(\mathbf{Z}/O) > [(C(\mathbf{Z}/\Phi) + C(\Phi/\mathbf{Z})) / C(\Phi/\mathbf{Z})] \cdot P(\Phi) \cdot P(\mathbf{Z}/P)$$

где  $P(\Phi)$  – априорная вероятность принадлежности рассматриваемой точки к фону,  $C(\Phi/\mathbf{Z})$  и  $C(\mathbf{Z}/\Phi)$  величины штрафов за ошибочное отнесение точки объекта к фону и точки фона к объекту,  $P(\mathbf{Z}/O)$  и  $P(\mathbf{Z}/P)$  гистограммные оценки плотности распределения признака  $\mathbf{Z}$  в точках, принадлежащих объекту и фону соответственно.

Полученное в результате классификации бинарное изображение подвергают процедуре разметки и параметризации. Полученный в результате этой процедуры список сегментов анализируют для определения сегмента, соответствующего наблюдаемому объекту.

Данный алгоритм ориентирован на измерение координат при наблюдении датчиком, работающем в одном диапазоне. В случае применения датчиков видимого и инфракрасного диапазонов комплексирование информации при использовании байесовской процедуры классификации может осуществляться на различных уровнях обработки изображений:

1. Комплексирование изображений. На данном уровне в результате комплексирования информации от датчиков видимого и инфракрасного диапазонов формируется новое изображение. Для измерения координат на этом уровне используется алгоритм сегментации описанный выше. Существенным недостатком данного подхода к комплексированию информации является высокая вычислительная сложность.

2. Комплексирование на уровне выделения признаков. На данном уровне повышение качества сегментации можно добиться путём расширения числа признаков. Известно, что совместное использование признаков яркости и нормы градиента в случае применения датчика, работающего в одном диапазоне, позволяет повысить качество сегментации. При использовании датчиков видимого и инфракрасного диапазонов целесообразно рассчитывать эти признаки для каждого диапазона. Таким образом, для получения бинарного изображения необходимо будет строить 4-х мерные гистограммы. Объединение информации на данном уровне позволит уменьшить вычислительную сложность по сравнению с комплексированием изображений. При таком подходе затруднения могут быть связаны с выделением памяти для хранения гистограмм при больших значениях разрядности.

3. Комплексирование на уровне бинарных изображений. На данном уровне построение гистограмм и получение бинарных изображений в каждом диапазоне происходит независимо. Полученные изображения подвергают операциям логического сложения или умножения. Применение

операции логического сложения зачастую приводит к увеличению числа ложных выделений. В результате операции логического умножения останутся только точки, присутствующие на обоих бинарных изображениях. Это приводит к уменьшению числа ложных выделений. Однако положительный результат будет достигаться только при хорошей сегментации в обоих диапазонах, что ставит под сомнение целесообразность использования нескольких датчиков. Еще одним недостатком является тот факт, что даже в случае, когда в обоих диапазонах можно добиться приемлемого выделения объекта, могут отсутствовать пересечения между выделенными в разных диапазонах сегментами. Таким образом, использовать комплексирование на данном уровне нецелесообразно.

4. Комплексирование на уровне анализа списка сегментов. На данном уровне объединение информации от разных диапазонов происходит на этапе селекции сегментов. Для телевизионного и инфракрасного изображений производится расчет двухмерных гистограмм и формируются бинарные изображения. Для них формируются списки сегментов, и на основе их анализа выбирается искомый сегмент.

5. Комплексирование на уровне измерения координат. На данном этапе изображения, полученные в разных спектральных диапазонах, обрабатываются алгоритмом сегментации независимо в каждом канале. Полученные координаты могут быть объединены различными путями. Один из подходов может заключаться в анализе работоспособности алгоритма сегментации в каждом канале. За координаты объекта принимаются измерения, полученные в канале, обладающем большим показателем работоспособности. Еще один подход к комплексированию информации на данном этапе заключается в обработке траекторий объектов, полученных при анализе изображений из разных спектральных диапазонов.

Экспериментальные исследования показывают, что комплексирование информации на выделенных уровнях обработки изображений позволяют в определенной степени повысить точность измерения координат.

#### *Библиографический список*

1. Бакут П.А., Лабунец В.Г. Телевизионная следящая система с байесовским дискриминатором цели // Зарубежная радиоэлектроника. – 1987 – №10. – С.81-93.

### **ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА МЕЖКАДРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОВМЕЩЕНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ И НАБЛЮДАЕМЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

М.В. Хосенко

Научный руководитель – Бабаян П.В.

к.т.н., доц.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время задача совмещения изображений имеет широкий спектр применения в промышленных и научно-исследовательских программных продуктах. Внедрение данной технологии на практике

позволяет координировать автономными беспилотными летательными аппаратами, самолетами и другими воздушными транспортными средствами. Техническое и программное оснащение также позволяет облегчить непосредственное управление пилоту, улучшить для него визуальную информацию на приборах.

В данной работе рассматривается задача совмещения картографического изображения местности с текущим ТВ-изображением, полученным с камеры, закрепленной на борту летательного аппарата. Одним из вариантов решения данной проблемы является использование корреляционно-экстремального (КЭ) алгоритма. Однако совмещать напрямую изображение карты и кадр из видеопоследовательности нельзя, для этого их нужно сперва преобразовать и получить их контурные препараты. Контурные изображения представляют собой бинарные массивы выделенных контуров исходных изображений. По результатам сопоставления КЭ алгоритма двух контурных изображений, устанавливается соответствие исходного ТВ-изображения исходному картографическому. Полная обработка текущего кадра и совмещение с контурным картографическим изображением может достигать по длительности приблизительно 4-5 секунд. Такие временные затраты не позволяют выполнять задачу совмещения в условиях реального времени и является существенным недостатком приведенного подхода.

Альтернативным решением поставленной задачи является применение межкадровой обработки на основе алгоритмов сопоставления изображений путем выделения опорных точек. Существует большое разнообразие данных алгоритмов, каждый из них имеет свои преимущества и недостатки. В общем назначении они могут применяться для создания панорам, стереопар, реконструкции трехмерных моделей объектов по их двумерным проекциям, распознавания объектов и поиска эталонного образца, слежения за движением объекта по нескольким снимкам, реконструкции аффинных и перспективных преобразований изображений[1].

В качестве примера рассмотрим применение алгоритма SURF (Speed Up Robust Features) для решения поставленной задачи. Алгоритм ищет особые точки с помощью матрицы Гессе. После нахождения ключевых точек, SURF формирует их дескрипторы. Дескриптор представляет собой набор из 64 чисел для каждой ключевой точки. Эти числа отображают флуктуации градиента вокруг ключевой точки. Дескрипторы инвариантны к масштабу и вращению. Это значит, что описание ключевой точки будет одинаково, даже если образец изменит размер и будет повернут [2].

Применение SURF-алгоритма для межкадровой обработки позволяет вычислить геометрическое преобразование для двух сопоставленных ТВ-изображений: 1 – взятого в качестве базового кадра сцены, 2 – текущего кадра из видеопоследовательности. Первоначально базовый кадр устанавливается при запуске видео. При этом выполняется КЭ алгоритм совмещения. Полученное после совмещения картографическое изображение трансформируется с использованием матрицы геометрических преобразований. С целью улучшения результатов и корректной работы может применяться решение о смене базового кадра. Критерием для смены базового кадра служит оценка смещения центров

между двумя ТВ-изображениями. После этого выполняется КЭ алгоритм совмещения, происходит смена базового кадра сцены и алгоритм с межкадровой обработкой запускается вновь. Алгоритм межкадровой обработки текущего изображения и совмещение с картографическим изображением выполняются примерно за 0,1 секунды. Данный подход позволяет сократить объем временных затрат по сравнению с ранее описанным методом более чем в 40 раз.

Таким образом, совместное использование КЭ алгоритма и алгоритмов сопоставления изображений на основе выделения опорных точек является эффективным способом решения задачи совмещения. В ходе изучения алгоритма было разработано программное обеспечение реализующее предлагаемый алгоритм на языке объектно-ориентированного программирования C++ с использованием библиотеки Open Computer Vision и сред Microsoft Visual Studio, C++ Builder .

### *Библиографический список*

1. Отчет о НИР «Разработка алгоритмов функционирования системы машинного зрения, предназначенной для автономной навигации беспилотного летательного аппарата, и создание на их основе программного комплекса для обработки и анализа видеоданных об объектах местности, наблюдаемых во время полета» ./ Рязан. гос. радиотехн. университет. Рязань, 2011. – 61 с.

2. 6-я международная научно-техническая конференция «Космонавтика. Радиоэлектроника. Геоинформатика»: Тез. докл./ Рязан. гос. радиотехн. университет. Рязань, 2013. – 264 с.

## **САМООБУЧАЮЩИЙСЯ АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ**

П.В. Фоломеев

Научный руководитель – Алпатов Б.А.

д-р. техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время всё большее применение находят алгоритмы слежения, оценивающие положение одного или нескольких целевых объектов (объектов слежения) на кадрах видеопоследовательности [1]. Подобные алгоритмы широко используются в робототехнике, охранных системах, медицине и других отраслях.

Основные сложности, возникающие при разработке алгоритма слежения, связаны с изменением изображения целевого объекта с течением времени. Причиной этому могут служить изменения освещенности объекта, его формы и размеров, возможность частичного или полного заслонения объекта другими объектами и элементами фона.

В работе исследован алгоритм анализа изображений в реальном масштабе времени, ориентированный на длительное слежение за объектом на сложном фоне при отсутствии априорной информации о фоно-целевой

обстановке [2]. Исследуемый алгоритм включает три основных этапа: слежение, моделирование и обнаружение.

На этапе слежения применяется межкадровый алгоритм [3], представляющий собой модификацию алгоритма Лукаса-Канаде [4] для оценки оптического потока. Для набора точек изображения, находящихся в границах объекта, строится поле векторов движения между двумя видеокадрами, после чего оцениваются смещение и изменение масштаба изображения объекта. В каждом кадре выбирается новый набор точек, что делает процесс слежения адаптивным.

На этапе моделирования строится и обновляется модель объекта слежения. Модель представлена множеством нормированных по яркости и имеющих фиксированные размеры квадратных участков изображения. Суть подхода сводится к составлению набора участков, наиболее точно характеризующих изображение объекта в текущий момент времени с учетом предыдущих наблюдений объекта и фона.

Этап обнаружения использует модель объекта и позволяет в случае временной потери объекта на этапе слежения находить его в последующих кадрах.

Проведённое с помощью ПЭВМ моделирование позволяет говорить об устойчивой работе алгоритма в естественной фоно-целевой обстановке. Исследования показали, что представленный алгоритм является устойчивым к заслонениям, временному пропаданию объекта из поля зрения, а также к быстрым изменениям изображения объекта с течением времени.

#### *Библиографический список*

1. Алпатов Б.А., Бабаян П.В., Балашов О.Е., Степашкин А.И. Методы автоматического обнаружения и сопровождения объектов. Обработка изображений и управление. – М.: Радиотехника, 2008. – 176 с.: ил.
2. Kalal Z., Matas J., Mikolajczyk K. Online learning of robust object detectors during unstable tracking. – 3<sup>rd</sup> On-line Learning for Computer Vision Workshop, – Kyoto, Japan, 2009.
3. Kalal Z., Matas J., Mikolajczyk K. Forward-Backward Error: Automatic Detection of Tracking Failures – International Conference on Pattern Recognition, 2010. – PP. 23-26.
4. Lucas B.D. and Kanade T. An iterative image registration technique with an application to stereo vision. – Proceedings of Imaging Understanding Workshop, 1981. – PP. 121--130

---

**Секция 9**  
**Геоинформационные технологии**

---

**СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ  
ПРИ ДИСЛОКАЦИИ ОБЪЕКТОВ В ГИС**

И.Г. Богданова, С.В. Михеев, Д.А. Михайлов  
Научный руководитель - Михеев Т.И.  
д.т.н., проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

Разработана геоинформационная система дислокации объектов транспортной инфраструктуры на электронной карте: «ITSGIS», позволяющая решать задачи мониторинга, учета и визуализации географических и семантических данных об объектах.

Актуальность разработки системы заключается в том, что необходимы:

- учет технических средств организации дорожного движения (ТСОДД) на улично-дорожной сети (УДС) города;
- оптимальная дислокация объектов транспортной инфраструктуры для минимизации возникновения нештатных ситуаций (например, ДТП).

В ITSGIS созданы слои электронной карты, отображающие существующую и оптимальную дислокацию таких объектов транспортной инфраструктуры, как технические средства организации дорожного движения (дорожные знаки, светофоры), транспортные и пешеходные ограждения, остановки общественного транспорта, проезжие части автомобильных дорог, тротуары и др. При разработке слоев электронной карты учтены требования ГОСТов и СНИПов, регламентирующих установку ТСОДД на УДС, данные о параметрах и характеристиках УДС.

Оптимальная дислокация объектов транспортной инфраструктуры в ГИС регламентирована использованием логических моделей (предикатов) и учитывает необходимость и достаточность, корректность:

- организации кругового движения;
- организации одностороннего движения;
- определение приоритетов движения на перекрестках;
- установки дорожных знаков, предупреждающих опасные участки УДС;
- установки технических средств на опасных участках дорог;
- организации скоростного режима в городе;
- обозначения тупиковых участков УДС;
- расположения остановок общественного транспорта;
- расположения пешеходных переходов;
- организации дорожного движения около учебных учреждений;
- организации грузового движения в городе;
- установки знаков маршрутного ориентирования;
- распределение движения транспортных средств по полосам и др.

Оптимальная дислокация выполнена для ряда районов г. Самары на основании собранной информации о существующей транспортной ситуации на УДС.

## **СПЕКТРАЛЬНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ПИКСЕЛЕЙ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ДАННЫХ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ ВЫСОКОДЕТАЛЬНОЙ СЪЕМКИ**

А.А. Макаренков

Научный руководитель: В.В. Еремеев, д-р техн. наук, профессор.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Обработка гиперспектральных данных является актуальной задачей дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Гиперспектральная съемка позволяет получать информацию о распределении энергии излучения в зависимости от длины волны и на этой основе определять физико-химические свойства объектов наблюдаемой сцены. В тоже время системы гиперспектральной съемки обладают рядом недостатков: относительно малым пространственным разрешением, низким отношением "сигнал/шум", избыточностью данных, формируемых в различных спектральных диапазонах. Часто проекция одного пикселя гиперспектрального изображения на земной поверхности может содержать десятки и сотни пикселей, полученных многозональным датчиком более высокого пространственного разрешения. Так что гиперспектрометр регистрирует некоторую усредненную спектральную характеристику сравнительно большого участка Земли. Этот спектр является «смесью» спектральных характеристик объектов, расположенных на этом участке. В тоже время при тематической обработке гиперспектральных изображений требуется знание спектра отдельных более малых объектов, а не смеси их спектральных характеристик.

В ряде систем ДЗЗ синхронно с гиперспектральной съемкой осуществляется формирование изображений Земли с многократно более высоким пространственным разрешением, что создает предпосылки к получению новых изображений, обладающих высоким и пространственным и спектральным разрешением.

В ряде работ [1], [2] и др. рассматривается задача спектрального разделения, т.е. получение спектров отдельных объектов, составляющих пиксель гиперспектрального изображения на основе статистической обработки самих данных. В тоже время этот процесс может быть выполнен на более качественном уровне с использованием данных синхронной гиперспектральной и высокодетальной съемки.

В докладе рассматривается две постановки задачи спектрального разделения пикселей гиперспектрального изображения с привлечением данных высокодетальной съемки, приводятся алгоритмы их решения.

Приведены результаты работы алгоритмов на модельных и натурных данных гиперспектральной съемки датчиком космического базирования (Hyperion) и авиационными датчиками (AVIRIS, ProSpecTIR).

Работа проводилась в рамках НИР 9-14Г.

### *Библиографический список*

1. Lucas Parra, Clay Spence, Paul Sajda, Andreas Ziehe, Klaus-Robert Müller, "Unmixing Hyperspectral Data", in Advances in Neural Information Processing 12 (Proc. NIPS\*99), pp. 942-948, 2000

2. J.J. Settle, "Linear mixing and the estimation of end-members for the spectral decomposition of remotely sensed scenes", SPIE Remote Sensing for Geology, 2960, pp 104-109, 1996.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА**

М.А.Трегубова

Научный руководитель – Пивоварова И.И.

к.т.н., доц.

**Национальный минерально-сырьевой университет «Горный»**

В докладе рассматриваются возможности различных пакетов геоинформационных систем (ГИС) применительно к задачам экологического проектирования. Целью работы являлось исследование функциональных возможностей геоинформационных технологий для наглядного представления данных об экологической обстановке на территории речного бассейна. Для успешного достижения цели в работе были поставлены следующие задачи:

- выбрать два продукта ГИС
- найти карту речного бассейна и выполнить его географическую привязку в ГИС для дальнейшего построения экологического проекта
- найти данные по высотам исследуемой области для построения цифровой модели рельефа местности;
- выделить гидрографическую сеть;
- добавить города и основные предприятия;
- обозначить наиболее загрязненные участки водосбора на карте;
- сравнить функциональные возможности используемых программ применительно к поставленной задаче;
- сделать выводы на основании проделанной работы.

Для решения данных задач были выбраны такие программы, как «MapInfo Professional GIS» и «Global Mapper GIS». Данные по высотам для построения рельефа местности импортированы с официального сайта NASA в формате .hgt. Дальнейший алгоритм действий включал в себя: загрузку файлов по рекам; корректировку водных объектов под рельеф высокой точности (данные со спутника); создание единого рабочего пространства "рельеф+реки"; размещение населенных пунктов, в соответствии с их координатами, а так же промышленных объектов; оконтуривание участков с наибольшей степенью загрязнения от деятельности предприятий; окончательный результат в 3D виде.

Таким образом, в данном проекте были рассмотрены две программы ГИС, которые полностью справились с поставленными задачами. По результатам оценки софта, на первое место вышла программа Global Mapper с её явным преимуществом в плане удобства работы и



возможностей визуализации. Однако если в экологическом проекте будут стоять задачи пространственного анализа, построения сравнительных диаграмм, либо каких-либо статистических вычислений пакету MapInfo-GIS будет сложно найти альтернативу.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАЗВЕРТКИ ФАЗЫ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНТЕРФЕРОГРАММЫ**

А.С. Найденов

Научный руководитель: В.В. Еремеев, д-р техн. наук, профессор  
**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Задача развертки фазы распространена в различных областях деятельности человека, где используются принципы интерферометрии. Большое значение она имеет в таких сферах, как радиолокационная интерферометрия, томография, точные измерения.

Цифровая интерферограмма представляет собой матрицу главных значений фаз в каждом элементе, известных лишь по модулю  $2\pi$ . При этом реальные (абсолютные) значения фазы, различающиеся на целое число фазовых оборотов, имеют одинаковое главное значение фазы, то есть не различимы на интерферограмме, что составляет фазовую неоднозначность. Задача развертки фазы представляет собой получение матрицы абсолютных значений фазы на основании главных значений фазы. Эта задача является одной из главных в интерферометрической обработке и представляет особый интерес. Это связано с тем, что на интерферограмме присутствуют фазовые шумы и так называемые «разрывы» фазы, что приближает решение задачи развертки фазы к задаче распознавания изображения и делает его сложным теоретически и трудоемким практически.

В докладе рассматриваются три основные группы методов развертки фазы:

- 1) методы ветвления;
- 2) методы наименьших квадратов;
- 3) методы на основе потока минимальной стоимости.

Основная идея методов ветвления заключается в том, что на интерферограмме сначала выделяются точки, в которых нарушается потенциальность градиента фазы из-за того, что абсолютная величина градиента превышает половину периода. При дальнейшей развертке фазы выбираются только те пути интегрирования, которые приводят к согласованным решениям. В докладе анализируются следующие методы данной группы: метод нейтральных деревьев, GZW-метод и метод наращивания областей.

Методы наименьших квадратов сводят задачу развертки фазы к задаче минимизации 2-нормы невязок градиента развернутой фазы и градиента, рассчитанного из значений свернутой фазы в предположении, что его абсолютная величина не превышает половину периода. В докладе анализируются следующие методы данной группы: безвесовой метод наименьших квадратов, весовой метод наименьших квадратов на основе итераций Пикара, метод сопряженных градиентов, метод на основе функций Грина.

Методы на основе потока минимальной стоимости сводят задачу развертки фазы к прибавлению целого количества периодов к градиенту, рассчитанному из значений свернутой фазы в предположении, что его абсолютная величина не превышает половину периода. Количество прибавленных периодов представляется в виде потока в сети, стоимость которого минимизируется. В докладе анализируются следующие методы данной группы: метод Флинна, метод Константины, метод блочной развертки на основе триангуляции Делоне.

Рассмотрены реализации указанных методов в интерферометрическом процессоре из пакета Ракурс PHOTOMOD Radar и программном комплексе ISP из пакета GAMMA Software, оценена их пространственная и временная сложность, произведена сравнительная оценка результатов развертки.

## **ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФФЕКТОВ ЛИНИЙ СВЯЗИ МЕТОДОМ ПЕРЕФЕРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ**

А.А. Скобелев

Научный руководитель – Иванов В.В.

к.т.н., доц.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

Периферийное сканирование (JTAG-тестирование) – это технология для тестирования собранных печатных плат, основанная на промышленном стандарте IEEE 1149.1, утвержденном институтом IEEE еще в 1990 году. Этот стандарт определяет дополнительную тестовую логику, содержащуюся сегодня в большинстве современных ПЛИС, процессоров, микроконтроллеров, и интерфейс, известный как JTAG. Периферийное сканирование используется как при работе с корпусированными микросхемами, припаянными к плате, так и для целей внутрисхемного программирования и отладки программ. Эта же технология применяется для контроля качества припайки микросхем к плате, проверке линий связи на разрыв или короткое замыкание. Стандарт также применяется при проверках межплатного и внутрислоевого монтажа плат и блоков.

Программы для JTAG-теста можно разрабатывать в готовых программных комплексах, таких как JTAG Pro Vision, JTAG Manager. Для этого необходимы только BSDL-файлы для всех JTAG-микросхем, которые можно свободно скачать с сайта производителя, и нетлист изделия, который экспортируется из CAD-системы. Для прозвонки цепей можно воспользоваться программой JTAG Live Buzz, которая к тому же распространяется бесплатно, без нетлиста изделия – достаточно только знать, как организованы цепочки микросхем с поддержкой периферийного сканирования.

В данной работе был произведен тест соединений на разработанном устройстве сбора информации посредством JTAG-интерфейса, с использованием программы JTAG Live Buzz. Тестирование проводилось при климатических испытаниях, что позволило выявить дефекты платы во всем диапазоне рабочих температур.

## **ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДАННЫХ**

А.А. Федосеев, А.А. Осьмушин, Д.А. Михайлов

Научный руководитель – Михеева Т.И.

д.т.н, проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

Решение задач проектирования, оценки и анализа инфраструктуры урбанизированной территории требует построения ее модели. Точность и эффективность модели, зависящие от типа и состава исходных данных, могут быть значительно увеличены путем использования разнородных данных об инфраструктуре. К таким данным относятся, в том числе, пространственные данные, получаемые методами дистанционного зондирования Земли.

При построении модели по высокодетальному космическому снимку заданной территории производится выделение объектов транспортной инфраструктуры. Для получения актуальной информации о состоянии дорожных покрытий (определения степени износа и старения дорожного полотна, наличия выбоин, ям и других дефектов) проводятся гиперспектральные измерения, направленные на оценку их физико-химических свойств. Оценка состояния асфальтового покрытия требуемого участка местности производится как с использованием статистических подходов, так и с использованием эмпирических методов обработки данных. Статистические подходы, предполагающие решение задач классификации и обнаружения целей, требуют наличия спектральных эталонов. Как правило, эталоны извлекаются либо со снимка, либо из специальных спектральных библиотек. Эмпирические подходы предполагают выполнение расчетов специальных спектральных индексов, выведенных опытным путем. Одним из таких индексов является соотношение *ARVNIRI*, учитывающее отражательную способность дорожного покрытия в окрестности длин волн  $\lambda=831,3$  нм и  $\lambda=489,8$  нм (полосы поглощения излучения оксидом железа в VNIR-диапазоне). Анализ асфальтового покрытия с использованием данного индекса производился на основе фрагмента снимка с изображением кольцевого участка автодороги. Сначала построена маска дорожной сети, затем выполнен расчет указанного индекса. В результате получено цветное индексное изображение, характеризующее состояние покрытия.

Использование стереопары аэро- или космических снимков позволяет построить трехмерную цифровую модель требуемого участка местности, которая ложится в основу разрабатываемой модели транспортной инфраструктуры.

Таким образом, использование комплекса разнородных данных дистанционного зондирования Земли (мульти- и гиперспектральной информации, стереомоделей) с применением методов и средств интеллектуального анализа больших массивов разнородных данных позволяет построить высокоточную эффективную модель урбанизированной территории.

## **СИСТЕМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ**

В.А. Ключников, Л.А. Ключников, А.В. Сидоров, О.К. Головнин

Научный руководитель – Михеева Т.И.

д.т.н, проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

В настоящее время область применения системы глобального позиционирования GPS достаточно обширна. Для хранения и визуализации GPS-данных на web-сервисах и работы с GPS-треками в программных продуктах, таких как Google Earth, OziExplorer, данные должны быть представлены в определенных форматах. GPS-приемники записывают данные в различных форматах, таких как nmea, gpx, dat. Форматы GPS-треков отличаются объемом пространственных данных и формой записи данных. Таким образом, часто возникает потребность в преобразовании пространственных данных из одного формата в другой.

Разработана система, позволяющая:

- конвертировать GPS-треки в форматы gpx, dat, nmea;
- объединять GPS-треки в один файл, таким образом, что каждый следующий GPS-трек в списке начинается в тот момент времени, когда заканчивается предыдущий;
- выводить информацию о количестве точек, продолжительности GPS-трека, длине пройденного пути;
- извлекать GPS-трек из видео, записанного популярными видеорегистраторами: КАРКАМ Q3, КАРКАМ QL3, Cambox и др.

Получение GPS-трека из видео осуществляется с помощью кроссплатформенной мультимедийной библиотеки FFmpeg с открытым исходным кодом, которая позволяет извлечь субтитры из видео и записать в файл временного каталога. Затем система распознает GPS-трек из полученного файла и удаляет временный файл.

Пример строки GPRMC, которая содержит рекомендуемый минимум навигационных данных в формате nmea:

\$GPRMC,125504.04,A,5542.2389,N,03741.6063,E,0.06,25.82,200906,,,\*17

Особенности формата nmea:

- время представлено в формате UTC. В примере 12 часов 55 минут 4,04 секунд;
- широта и долгота представлены в виде градусов и минут, причем 2 цифры градусов, 2 цифры целых минут, точка и дробная часть минут переменной длины (лидирующие нули не опускаются); в примере широта 55° 42,2389', северная, долгота 37° 41,6063', восточная;
- скорость записывается в узлах. В примере скорость 0,06 узлов;
- в конце каждой строки записывается контрольная XOR-сумма всех байт в строке между «\$» и «\*» (2-значное 16-ричное число).

Система преобразования пространственных данных интегрируется в систему учета геометрических параметров проезжей части, расширяя её

функциональность, и используется в научно-производственном центре «Интеллектуальные транспортные системы».

## **СИСТЕМА СБОРА И НАКОПЛЕНИЯ ГЕОВИДЕОДАНЫХ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

В.А. Ключников, О.К. Головнин, С.В. Михеев

Научный руководитель – Михеева Т.И.

д.т.н, проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

Автомобильные дороги являются важнейшей составной частью транспортной системы России. Для рационального распределения денежных средств, выделяемых на развитие и содержание сети автомобильных дорог, необходима точная и достоверная информация об их состоянии. С этой целью проводятся работы по диагностике, паспортизации и инвентаризации автомобильных дорог и искусственных сооружений.

Разработана автоматизированная система сбора и накопления данных, предназначенная для обследования автомобильных дорог. В работе системы предусмотрено проведение двух основных этапов работ. Первый этап – полевые работы по сбору данных об автомобильных дорогах, которые проводятся с использованием передвижной лаборатории, позволяющей выполнить цифровую непрерывную видеосъемку дороги на скорости 40–80 км/ч и привязку объектов через систему глобального позиционирования GPS [1]. Второй этап – камеральные работы, выполняемые специалистами в области организации дорожного движения с использованием системы обработки данных исследований – программного модуля учета геометрических параметров проезжей части [2,3].

Оборудование передвижной лаборатории включает в себя 6 IP-камер, каждая из которых формирует поток видеоданных разрешением FullHD частотой 25 кадров в секунду, имеет степень защиты IP67 от проникновения пыли и воды, GPS-приемник с высокой точностью позиционирования, ноутбук. GPS позволяет системе возможность круглосуточного получения точных координат и времени. Данные передаются в ноутбук из GPS-приемника с частотой 10 Гц. По данным, полученным с помощью GPS, с высокой точностью строится маршрут, пройденный передвижной лабораторией. GPS-данные представлены в формате NMEA 0183 (National Marine Electronics Association). Время в формате UTC, координаты в формате WGS-84 и скорость в узлах определяется путем распознавания строки GPRMC, представляющей рекомендуемый минимум навигационных данных, а высота над уровнем моря – путем распознавания строки GPWGA, которая включает в себя данные о последнем определении местоположения.

Разработанная система сбора и накопления геовидеоданных для инвентаризации автомобильных дорог обеспечивает:

- чтение данных в формате NMEA с GPS приемника, подключенного к USB порту ноутбука через виртуальный COM-порт;

- выбор картографического сервиса (Google maps, Bing maps, ArcGIS, OpenStreetMap, Яндекс карты);
- отображение текущего местоположения и траектории движения передвижной лаборатории на карте;
- запись GPS данных в файл на жесткий диск ноутбука;
- использование в качестве источника геоданных интернета или кэша для работы в автономном режиме;
- захват видео с IP камер и вывод изображения на экран ноутбука;
- кодирование и запись видео на жесткий диск.

Захват, кодирование и запись видео осуществляется с помощью Emgu Cv – кроссплатформенной «обёртки» для .NET библиотеки обработки изображений OpenCV. OpenCV (Open Source Computer Vision Library) – библиотека алгоритмов компьютерного зрения, обработки изображений и численных алгоритмов общего назначения с открытым кодом.

Автоматизированная система работает в многопоточном режиме. Для работы с каждой из IP камер автоматизированная система выделяет отдельный поток выполнения. В каждый момент времени изображение с определенной камеры передается на экран ноутбука в уменьшенном разрешении и записывается в файл в разрешении FullHD.

Проведены эксперименты по сжатию видеопотока с помощью различных кодеков:

MJPEG – покадровый метод кодирования, основной особенностью которого является обработка каждого отдельного кадра видеопотока с помощью алгоритма сжатия изображений JPEG;

XVID – библиотека сжатия видео стандарта MPEG-4 Part 2;

U263 – кодек, реализующий стандарт сжатия видео H.263;

X264 – библиотека для кодирования видеопотоков, реализующая стандарт сжатия видео H.264.

Лучший результат по качеству изображения и объему памяти, занимаемому полученным файлом, обеспечивает кодек X264, который при том же битрейте выдаёт значительно более детализированное и «ясное» изображение, особенно в динамических сценах. Одна минута видео, снятого одной камерой занимает приблизительно 50Мбайт памяти на жестком диске.

Использование автоматизированной системы сбора данных позволило на качественно новом уровне проводить комплексный анализ состояния автодорог и их инвентаризацию.

### *Библиографический список*

1. Ключников, В.А. Автоматизированная система паспортизации автомобильной дороги [Текст] / В.А. Ключников, О.К. Головнин, С.В. Михеев – Перспективные информационные технологии (ПИТ-2013). Труды международной научно-технической конференции – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2013. – С. 230-233.

2. Ключников, В.А. Конвертация данных о транспортной инфраструктуре из «ITSGIS» в «AUTOCAD» [Текст] / В.А. Ключников, О.К. Головнин, А.В. Сидоров – Перспективные информационные технологии (ПИТ-2014). Труды

международной научно-технической конференции – Самара: Изд-во СНЦ РАН, 2014. – С. 365-369.

3. Головин, О.К. Гибридная информационно-аналитическая система обработки разнородных данных о дороге [Текст] / Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XVIII Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов – Рязань: РГРТУ, 2013. – С. 236-237.

## **ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ НАЛИЧИИ ОГРАНИЧЕНИЙ**

Н.А. Егошкин

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н, проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В практике обработки изображений часто возникает необходимость оценивания функций геометрического соответствия между изображениями. Пусть, например, для пары изображений определены одноименные точки с координатами  $\mathbf{p}_i$  и  $\mathbf{q}_i$ ,  $i = \overline{1, N}$ . Задача состоит в том, чтобы найти функцию  $F$ , для которой  $\mathbf{p}_i = F(\mathbf{q}_i)$ , при этом  $F(\mathbf{q})$  должна удовлетворять определенным условиям - ограничениям, придающим «физический смысл» соответствующим геометрическим преобразованиям. Аналогичная задача также возникает на этапе построения геометрических моделей съемки и при баллистических расчетах траекторий движения камеры, при этом вектора  $\mathbf{p}_i$ ,  $\mathbf{q}_i$  имеют размерность  $d = 3$ .

Сформулировать ограничения на  $F(\mathbf{q})$  иногда совсем не просто, но можно считать, что  $F$  следует выбрать из заданного класса функций. Чаще всего используются полиномиальные функции, либо классические группы и подгруппы линейных преобразований – полная линейная, аффинная, ортогональная, специальная ортогональная, проективная и другие. Поскольку зачастую  $\mathbf{p}_i$ ,  $\mathbf{q}_i$  определяются с погрешностями, нахождение  $F$  необходимо выполнять по методу наименьших квадратов (МНК) из условия 
$$\sum_i \|\mathbf{p}_i - F(\mathbf{q}_i)\|^2 = \min.$$

В докладе рассматриваются два подхода к определению  $F$ : первый основан на выборе подходящей параметризации матрицы  $M$  преобразований, второй на описании преобразований матрицей  $M$  общего вида с дополнительными ограничениями.

Описывается параметризация группы вращений дробно-рациональными функциями и связь этой параметризации с алгеброй кватернионов. Показано, что оценивания  $M$  сводится к анализу и решению некоторой системы нелинейных уравнений. Проанализирован подход к исследованию и решению подобных систем уравнений путем использования базисов Грёбнера.

Рассматривается решение задачи оценивания  $M$  при наличии различных ограничений. Показано, что обычно нахождение  $M$  сводится к задаче на собственные значения и вектора некоторой матрицы, которая эффективно

определяется по набору векторов  $\mathbf{p}_i, \mathbf{q}_i, i = \overline{1, N}$ , причем хранение в памяти всех векторов не требуется.

Анализируются различные подходы к оцениванию проективных преобразований. Показано, что наиболее перспективен подход с использованием однородных координат и введением ограничений вида  $\sum_{i,j} M_{ij}^2 = 1$ .

Рассмотренные подходы и алгоритмы апробированы в реальных программных системах обработки изображений, приводятся соответствующие примеры.

## **АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПОРНЫХ ТОЧЕК МЕСТНОСТИ ПО ЭЛЕКТРОННЫМ КАРТАМ БЕРЕГОВЫХ ЛИНИЙ**

Е.П. Козлов

Научный руководитель: В.В. Еремеев, д-р техн. наук, профессор.  
**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Опорные точки местности (ОТМ) широко используются в задачах трансформирования, уточнения и оценки точности геодезической привязки видеоданных от различных систем дистанционного зондирования Земли. ОТМ представляют собой известные координаты положений объектов на местности, для которых с высокой точностью определены значения геодезических координат и которые сопровождаются информацией в виде изображений или схематичных планов местности. ОТМ связывают известные координаты объектов в наборе сопровождаемых данных с соответствующими объектами на спутниковых снимках.

Определение ОТМ часто осуществляется в виде выделения небольших фрагментов (абрисов) из существующих изображений земной поверхности, обладающих точной геодезической привязкой. Выбор местоположения ОТМ на спутниковых снимках определяется уникальностью и устойчивостью во времени наземных ориентиров различных типов (изломы береговых линий, пересечения дорог и лесозащитных полос, углы зданий и др.) и происходит с использованием оператора. Абрисы подготавливаются заранее на значительную часть поверхности земного шара в заданной проекции и с определенным пространственным разрешением. При этом ОТМ могут быть использованы только для обработки видеоданных того же разрешения, а постоянное изменения географического района съемки и условий наблюдения вносят геометрические и содержательные различия между абрисами и видеоданными, что требует приведение их к единому виду для каждого сеанса съемки.

В докладе рассматривается автоматическое определение ОТМ по электронным картам (ЭК) береговых линий для их использования в обработке видеоданных от метеорологических космических систем. Метеорологические спутники выполняют съемку обширной территории Земли с низким пространственным разрешением. Поэтому для получения ОТМ целесообразно использовать объекты береговых линий, которые хорошо различимы на изображениях от спутников, и во многих ЭК выделены в отдельный слой. Данный подход не требует предварительного создания высокоинформативной базы ОТМ для каждого типа съемочных



систем в зависимости от их разрешающей способности. На основе ЭК, которая за счет векторного представления масштабируется, набор ОТМ может быть создан динамически для геопривязанных снимков различного разрешения, при этом точность создания ОТМ определяется точностью ЭК, а число ОТМ определяется областью определения снимка.

Определение ОТМ по ЭК можно разделить на два основных этапа. Во-первых, определяется местоположение ОТМ. Для этого выполняется преобразование элементов ЭК в систему координат регистрируемого изображения, и выделяются уникальные участки ЭК, соответствующие географическому региону снимка. Во-вторых, создается растровое представление ОТМ, которое соответствует береговой линии на спутниковом изображении. Для этого каждый участок ЭК преобразуется в бинарную маску, которая соответствует водной и земной поверхности снимка по яркости и взаимному расположению частей.

Определенные таким образом ОТМ используются для уточнения и оценки точности геодезической привязки снимков от российских метеорологических космических систем «Электро-Л» и «Метеор-М».

## **МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ**

Е.А. Молчанов

Научный руководитель - Тюлевин С.В.

к.т.н., проф.

**Самарский государственный аэрокосмический университет  
имени академика С.П. Королева  
(национальный исследовательский университет)**

Постоянное совершенствование конструкций и бортовой электроники изделий ракетно-космической техники (РКТ) предполагает повышение требований к их наземной лабораторно-стендовой отработке.

В процессе проведения испытаний изделий РКТ, наземная стендовая отработка (НСО) систем терморегулирования является одной из ответственных и трудоемких задач, занимающей до 25% затрат НСО. При этом ставятся задачи выполнения требований надежного хранения и многофакторной аналитической обработки большого объема экспериментальных данных, полученных в результате испытаний. Часть аналитической работы по изучению полученных экспериментальных данных может быть выполнена после проведения испытания. Вычислительные ресурсы, необходимые для послесеансной обработки данных могут быть выполнены на имеющихся вычислительных средствах невысокой производительности (менее 0,1 Тфлопс).

Использование быстродействующих вычислительных средств открыло широкую дорогу для применения аналитических и численных методов исследования математических моделей процессов функционирования сложных технических систем (СТС).

Привлекательной стороной аналоговых моделей является возможность исследования модели в реальном масштабе времени. Благодаря этому аналоговое моделирование широко применяется при создании разнообразных тренажеров.

Была предложена методика испытаний бортовых комплексов космических аппаратов. Она предусматривает два этапа: натурные испытания и виртуальные испытания. Методика предназначена для проведения испытаний системы терморегулирования (СТР) космического аппарата.

Основное внимание было уделено блоку управления микропроцессорного контроллера. Он предназначен для управления агрегатами СТР при штатной работе, а также для приема-передачи контрольной информации по мультиплексному каналу обмена при изготовлении и испытаниях системы.

Был проведен анализ следующих требований к системе: по живучести и стойкости к внешним воздействиям; по надежности; по эксплуатации, хранению, удобству технического обслуживания и ремонту; по технологичности; конструктивные требования; по размещению и монтажу.

При разработке методики испытаний были выделены следующие наиболее важные процедуры, сопровождающие процесс организации испытаний:

- обеспечение информационных потоков (первичное преобразование, кондиционирование, апостериорная обработка, подведение итогов);
- процедуры общесистемного характера (оптимальное размещение аппаратуры, вопросы синхронизации работы и взаимодействия различной аппаратуры и испытательных установок);
- конструктивное обеспечение функционирования аппаратуры в условиях испытаний;
- вопросы технологии изготовления уникальной аппаратуры.

Использование технологии параллельных вычислений, в частности, распределенных вычислительных систем, позволит обеспечить необходимую технологическую платформу для создания виртуальной лаборатории испытаний изделий РКТ и не только.

Современные высокопроизводительные многоядерные серверы имеют большие объемы памяти и громадные объемы дисковой памяти, которые могут быть использованы в полной мере за счет применения технологий виртуализации — одного из ключевых компонентов облачных вычислений. Такая насыщенная ресурсами информационная среда открывает новые и более эффективные способы планирования для обеспечения оптимального распределения ресурсов.

#### *Библиографический список*

1. Абросимов, Ю.В., Бахтина, Н.Н., Бизяев Р.В.. Система контроля, диагностики и отображения информации для стендовых испытаний РН «Ангара». // Научно-технические разработки КБ «Салют» 2009-2011гг., М.: Машиностроение, 2012 С. 381-393 с.
2. Бахвалов, Ю.О., Бизяев, Р.В., Структура информационной системы наземно-стендовой отработки РКТ. // Научно-технические разработки КБ «Салют» 2009-2011гг., М.: Машиностроение, 2012 С. 393-410 с.
3. Гергель, В.П. Высокопроизводительные вычисления для многоядерных многопроцессорных систем. // Нижний Новгород; Изд-во ННГУ им. Н.И.Лобачевского, 2010.

4. Peter Mell, Timothy Grance. The NIST Definition of Cloud Computing. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology. // NIST, 2011.

5. Шипилов К. Особенности применения новой электронно-компонентной базы в космических разработках [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vestnikmag.ru>.

6. Краснощекова, Г.Ф. Оценка качества конструкторской разработки РЭС [Текст]: методические указания. / – Самара: СГАУ, 2007. – 40 с.

7. Яншин, А.А. Теоретические основы конструирования, технологии и надежности ЭВА [Текст]: учебное пособие для вузов. / – М.: Радио и связь, 1983. – 312 с.

## **ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА СУДОВ НА СНИМКАХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ «КАНОПУС-В» И БКА**

П.Н. Светелкин

Научный руководитель: Кузнецов А.Е.,

д.т.н, проф.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В июле 2012 года был осуществлен успешный запуск двух идентичных малых космических аппаратов, российского «Канопус-В» и белорусского «БКА», осуществляющих съемку земной поверхности в полосе обзора 920 км с высоты 510 км на восходящей стороне витка. Целевая аппаратура спутников представлена многозональной (МСС) и панхроматической (ПСС) съемочными системами. ПСС обладает пространственным разрешением около двух метров, МСС реализует съемку с пространственным разрешением около десяти метров в четырех спектральных каналах. В результате съемки формируются пять изображений.

Для целей пограничного контроля прибрежных районов России была поставлена задача автоматического поиска морских судов по снимкам ПСС и МСС. Задача осложняется тем, что суда на снимках не всегда удается идентифицировать по форме объекта. Большие корабли имеют продолговатую форму с определенными пропорциями, что позволяет визуально их отличить от природных образований (отмели, небольшие острова, блики волн). Небольшие по размеру суда (например, рыбацкие лодки) могут отображаться близкими по форме к окружности. При сильном волнении также увеличивается вероятность ложной идентификации (в качестве объектов водного транспорта могут идентифицироваться продолговатые блики от волн). Если судно движется, то возникает инверсионный след, который одновременно является как дополнительным признаком судна, так и одним из искажающих факторов, который изменяет форму изображения исходного объекта. Если космический аппарат снимает судно под некоторым углом, то форма судна также может исказиться.

Благодаря особенностям целевой аппаратуры космических аппаратов существует небольшой временной интервал между съемкой одноименных объектов ПСС и МСС. То есть быстро движущиеся суда отображаются на снимках в виде разных объектов в отдельных спектральных каналах. Кроме того, наличие многозональной съемки позволяет с достаточной степенью надежности отделить водную поверхность от других объектов в

автоматическом режиме. Вследствие указанных особенностей целевой аппаратуры был разработан алгоритм поиска морских судов в прибрежной зоне.

Алгоритм поиска судов условно состоит из двух стадий: поиска объектов по мультиспектральному снимку от МСС и поиска по панхроматическому снимку от ПСС с применением разных признаков отождествления объектов.

Поиск судов по снимкам от МСС выполняется по водной поверхности, выделенной на основе индекса NDWI. Затем с использованием скользящего окна определяется положение водных объектов.

Определение участков водной поверхности на снимках от ПСС, выполняется на основе водного индекса NDWI, вычисленного на предыдущем шаге, а также на основе цифровой модели рельефа, в которой водная поверхность имеет нулевую высоту. Положение водных объектов на снимках от ПСС также определяется с использованием скользящего окна.

Далее выполняется отбраковка найденных объектов по площади и форме, сортировка оставшихся объектов по степени достоверности наличия судна в найденном объекте.

В докладе приводятся примеры различных объектов на водной поверхности, пример результата работы разработанного алгоритма поиска судов по снимкам от МСС и ПСС.

## **ФОКУСИРОВКА И АВТОФОКУСИРОВКА РАДИОГОЛОГРАММ КОСМИЧЕСКОГО РАДИОЛОКАТОРА С СИНТЕЗОМ АПЕРТУРЫ АНТЕННЫ**

В.А. Ушенкин

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н, проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В современных космических системах радиолокационного наблюдения Земли для получения радиолокационных изображений (РЛИЗ) высокого пространственного разрешения применяются радиолокаторы с синтезом апертуры антенны (РСА).

В процессе съемки РСА формирует радиоголограмму, в строках которой содержатся принятые эхо-сигналы зондирующих импульсов, отраженных от различных точек земной поверхности. Благодаря узкой диаграмме направленности антенны радиолокатора, каждая последующая строка радиоголограммы содержит эхо каждого последующего зондирующего импульса.

Синтез РЛИЗ из полученной радиоголограммы называется фокусировкой. Поскольку в процессе съемки радиолокатор и точки земной поверхности движутся относительно друг друга, возникает эффект Доплера, позволяющий в процессе фокусировки сжать отклики на точечные цели в азимутальном направлении путем согласованной фильтрации, добившись высокого пространственного разрешения полученного РЛИЗ.

Помимо эффекта Доплера, по тем же причинам возникает миграция дальности, усложняющая фокусировку. Устранение миграции дальности может производиться различными способами:

1) путем сдвига и передискретизации сигнала по строкам радиоголограммы, переведенной в частотную область по азимуту и во временную по дальности;

2) путем линейного частотного масштабирования с последующим умножением сигнала радиоголограммы на фазовый множитель в двумерной частотной области;

3) с помощью преобразования Столта.

В докладе проведен сравнительный анализ указанных способов и обоснован выбор способа, обеспечивающего высокое качество результирующих РЛИЗ.

Параметры согласованного фильтра для сжатия по азимуту и параметры миграции дальности определяются исходя из параметров движения и угловой ориентации РСА, полученных из орбитальных данных. Если орбитальные данные не обладают достаточной точностью, то сжатие по азимуту и устранение миграции дальности производятся не полностью, приводя к ухудшению пространственного разрешения синтезируемых РЛИЗ как по азимуту, так и по дальности. В связи с этим, для достижения максимально возможного пространственного разрешения синтезируемых РЛИЗ производится уточнение орбитальных данных путем анализа радиоголограммы, называемое автофокусировкой.

В докладе рассмотрены основные способы уточнения орбитальных данных при автофокусировке, представлен разработанный на их основе алгоритм автофокусировки, а также приведены примеры результатов фокусировки и автофокусировки реальных и модельных радиоголограмм.

## **ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ**

Д.В. Скачков

Научный руководитель – Кузнецов А.Е.

д.т.н., проф.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время материалы космической съемки широко используются при решении различных задач, каждая из которых выдвигает особые требования к параметрам качества снимков. Для обеспечения возможности выбора подходящих данных необходимо решить вопросы сертификации материалов по различным показателям качества и определения их пригодности для решения задачи. Для этого сначала требуется оценить необходимые показатели качества, в качестве которых наиболее часто выступают линейное разрешение на местности, радиометрическая точность и точность координатной привязки. Затем выполняется сравнение полученных показателей качества с требуемыми значениями, определенными для конкретной задачи.

Решение этих вопросов выполняется в соответствии со следующими этапами:

- Определяется перечень исходных данных, необходимых для оценивания параметров качества материалов космической съемки.

- Выполняется процедура получения исходных данных, которые могут быть получены как непосредственно по материалам съемки, так и взяты из базы данных планирования.

- Оцениваются параметры качества материалов съемки в заданных условиях. В зависимости от вида исходных данных оценка может быть как априорной, на основе информации из базы данных планирования, так и апостериорная, в том случае, когда необходимые для расчета данные определены непосредственно по материалам съемки.

- По результатам оценки производится процедура сертификации, которая позволяет сделать вывод о соответствии параметров качества заявленным.

- Оценивается пригодность материалов для решения конкретных целевых задач космической съемки, по результатам сравнения значений их параметров качества с требуемыми. Список целевых задач и требуемые значения параметров качества для их решения хранятся в виде файлов справочников в формате XML, доступных для редактирования пользователю. Результат оценки пригодности представляется в виде документа HTML.

Для решения представленных вопросов в рамках совместных работ между НЦ ОМЗ ОАО «Российские космические системы» и ФГБОУ ВПО «РГРТУ» было создано программно-методическое обеспечение подготовки данных для обеспечения сертификации результатов съемки по различным показателям качества и определения пригодности полученных материалов космического наблюдения для решения конкретных целевых задач по результатам оценивания их характеристик. В докладе рассмотрены схема и элементы работы программно-методического обеспечения.

## **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МИКРО/НАНОСПУТНИКОВ ФОРМАТА CUBESAT**

Д.А. Жуков

Научный руководитель — Таганов А.И.

д.т.н., зав. Кафедрой «Космические технологии»

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Проблема повышения эффективности целевого функционирования космических аппаратов (микро/наноспутников) (КА) формата Cubesat [1] теснейшим образом связана с решением комплекса задач контроля технического состояния (КТС) КА. При этом КТС КА заключается в определении совокупности таких признаков, по которым можно судить о функциональной пригодности КА.

Решение указанной проблемы рассматривается в докладе в контексте представления области определения задач КТС в виде

$$M_{KTC} = \langle M_{KA}, U, M_{cy} \rangle, \quad (1)$$

где  $M_{KA}$  - модель объекта контроля т.е. КА;  $U = \{U_i\}, i = \overline{1, n}$  - множество задач, решаемых в процессе КТС;  $M_{cy}$  - модель алгоритма управления комплексом задач в процессе КТС КА.

Математическая модель  $M_{КА}$  представлена здесь в наиболее общем виде, как это принято в известной теории контроля и управления сложными системами [2]

$$M_{КА} = \langle T, X, Y, Z, F, L \rangle, \quad (2)$$

где  $T$  - множество моментов времени, в которые наблюдается КА;  $X, Y$  - множества входных и выходных сигналов соответственно;  $Z$  - множество состояний КА;  $F$  - оператор переходов, отражающий механизм изменения состояния объекта под действием внутренних и внешних возмущений;  $L$  - оператор выходов, описывающий механизм формирования выходного сигнала как реакции объекта на внутренние и внешние возмущения. Эти операторы реализуют отображения

$$F: T \times X \times Z \rightarrow Z, \quad (3)$$

$$L: T \times X \times Z \rightarrow Y. \quad (4)$$

Каждое состояние КА  $z \in T, z \in Z$  характеризуется в каждый момент времени  $z \in T$  набором переменных  $Z_r$  ( $r = \overline{1, k}$ ), изменяющихся под влиянием воздействий и внутренних возмущений.

Задача  $U_1 \in U$  в модели (1) обозначает задачу наблюдения КА, которая состоит в том, чтобы на основе известного выходного процесса  $y(t) \in Y$  определить неизвестные состояния КА  $Z(t) \in Z$ , где  $y(t)$  и  $z(t)$  - вектор-функции. Эта задача сводится к решению относительно  $z(t)$  уравнения [2]

$$L[t, x(t), \bar{Z}(t), \tau] = \bar{Y}(t), \quad (5)$$

где  $\bar{Y}(t)$  - некоторая реализация выходного процесса, доступная регистрации с помощью измерительных устройств. Космический аппарат в техническом плане считается наблюдаемым в состоянии  $z(t) \in Z$  на множестве моментов времени  $\bar{T} = \{\tau\}$ ,  $\bar{T} \subset T$  при входном воздействии  $x(t) \in X$  и отсутствии возмущений, если уравнение (5) имеет единственное решение  $z(t) = z(t) \in Z$ . При этом, если утверждение справедливо для любого  $z(t) \in Z$ , то КА считается полностью наблюдаемым.

Таким образом, первым этапом реализации процесса определения КТС КА на основе применения модели (1) является решение задачи наблюдения, т.е. определение такого отображения (4), которое при фиксированных значениях  $t \in T$  и  $x(t) \in X$  обеспечивает выполнение условий полной наблюдаемости КА.

Другая задача  $U_2 \in U$  в модели (1) обозначает задачу классификации, т.е. отнесения наблюдаемого состояния КА к одному из заданных видов его технического состояния. Решение этой задачи заключается в отыскании отображения

$$\eta: Y \rightarrow E, \quad (6)$$

где  $E$  - множество заданных видов технического состояния КА. При этом каждому виду ТСА соответствует определенное подмножество его текущих состояний, объединенных некоторыми общими свойствами, о которых может быть принято одно и то же решение. При этом отдельные

состояния, входящие в эти подмножества, должны находиться в отношении эквивалентности  $Q=Y \times Y$ , обладающие свойствами рефлексивности, симметричности и транзитивности. Т.е. отношение эквивалентности задает разбиение множества  $Y$  всех состояний КА на непересекающиеся классы, т.е. осуществляет факторизацию этого множества в виде отображения

$$\vartheta: Y \rightarrow Y/Q, \quad (7)$$

где  $Y/Q$  - фактор-множество класса эквивалентности.

Отображение (7) по своему смыслу является наложением и отсюда по существу контекста модели (1) множество  $E$  видов ТСА и фактор-множество  $Y/Q$  должны находиться во взаимно однозначном соответствии, т.е. что бы отображение

$$\chi: E \rightarrow Y/Q \quad (8)$$

было взаимно однозначным. При этом согласно теореме о гомоморфизме для множеств взаимная однозначность отображения (8) может достигаться когда выполняется условие  $\eta\chi = \nu$ , а это возможно когда отображение (7) – естественное, а отображение (6) – наложение.

В процессе выполнения задач КТС взаимосвязь между рассматриваемыми задачами и отображениями задается в модели (1) алгоритмом  $M_{cy}$ .

Модель алгоритма  $M_{cy}$  в первом приближении может быть представлена диаграммой [2]

$$\begin{array}{ccc} Y & \xrightarrow{h} & E \\ \vartheta \square & & \square \chi \\ & & Y/Q \end{array}$$

в которой отображение  $\eta: Y \rightarrow E$  есть наложение, т.е. любой элемент  $e_i \in E$  является образом по крайней мере одному элементу  $y \in Y$ .

Представленные модели задач КТС КА являются моделями верхнего уровня, позволяющими на их основе перейти к построению модели процесса контроля и разработки на ее основе процедур и алгоритмов КТС КА.

### Библиографический список

1. <http://cubesat.ru/ru/cubesats.html>
2. Дмитриев А.К., Мальцев П.А. Основы теории построения и контроля сложных систем. – Л.: Энергоатомиздат, 1988. – 192 с.



## **КОГЕРЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПАР РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ**

В.А. Ушенкин

Научный руководитель – Еремеев В.В.

д.т.н, проф.

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

Когерентный анализ пар радиолокационных изображений (РЛИЗ) выполняется перед интерферометрической обработкой РЛИЗ с целью оценки пригодности интерферометрических пар для построения цифровых моделей рельефа и карт высотных смещений. Когерентность является безразмерной величиной, значения которой лежат в диапазоне от 0 до 1, и определяет уровень фазового шума. Низким значениям когерентности (меньше 0,3) соответствует высокий уровень фазового шума, а высоким значениям когерентности (больше 0,7) – низкий уровень фазового шума. В качестве результата когерентного анализа выступает карта когерентности, отображающая значения когерентности в некоторых окрестностях пикселей РЛИЗ. Карта когерентности может использоваться как для визуальной оценки пригодности интерферометрической пары для дальнейшей обработки, так и в процессе интерферометрической обработки при адаптивной фильтрации интерферограммы и при развертке фазы весовыми алгоритмами.

Для построения карты когерентности необходимо определить геометрическое соответствие РЛИЗ интерферометрической пары с точностью до десятых долей пиксела и произвести трансформацию второго (дополнительного) РЛИЗ в геометрию первого (основного).

Для определения геометрического соответствия РЛИЗ до десятых долей пиксела точности их геопривязки может быть недостаточно. Тем не менее, геопривязка может использоваться для приближенного определения геометрического соответствия, которое затем уточняется путем корреляционного совмещения фрагментов изображений. По своей природе РЛИЗ содержат значительное количество спекл-шума, затрудняющего корреляционное совмещение и приводящего к значительным ошибкам. В связи с этим, для достижения требуемой точности необходима отбраковка ошибочных результатов работы коррелятора.

При трансформации дополнительного РЛИЗ в геометрию основного необходима интерполяция, вносящая как можно меньше искажений в фазу сигнала. Обычные типы интерполяции изображений (билинейная, бикубическая и др.) в данном случае непригодны. Кроме того, необходимо учесть, что сигнал в азимутальном направлении имеет центральную частоту, равную доплеровскому центроиду, который в общем случае может отличаться от нуля.

Анализ когерентности каждого пиксела производится в некоторой его окрестности. Большой размер окрестности дает большую точность, особенно в случае низкой когерентности, но снижает пространственное разрешение карты. В связи с этим, целесообразно использование адаптивной оценки когерентности, когда размер окрестности выбирается исходя из полученного приближенного значения когерентности.

В докладе представлены алгоритмы определения геометрического соответствия РЛИЗ, трансформации дополнительного РЛИЗ в геометрию

основного и построения карты когерентности, учитывающие указанные особенности данных задач, и приведены результаты их работы на интерферометрических парах от космических аппаратов TerraSAR-X и RadarSat-2.

## **РАЗРАБОТКА БАЗЫ РАСТРОВЫХ ГЕОКОДИРОВАННЫХ ДАННЫХ С ГЛОБАЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ**

В.И. Пошехонов, А.С. Рыжиков

Научный руководитель: А.Е. Кузнецов,  
д.т.н, проф.

### **Рязанский государственный радиотехнический университет**

Построение эффективно действующей ГИС невозможно без правильной организации хранения растровых данных и атрибутивной информации (параметры съемки, информация о сюжете снимка и т.п.). При этом выбор конкретной структуры базы данных определяется, как правило, на основе требований к быстродействию и надежности системы, предполагаемому сценарию ее использования.

В докладе представлены вопросы разработки БД для комбинированного хранения географически привязанных растровых изображений и атрибутивной информации о снимках. Описан процесс создания базы данных, удовлетворяющей следующим требованиям:

- хранение снимков, покрывающих всю поверхность Земли (за исключением полярных областей);
- хранение данных, полученных от различных съемочных систем;
- хранение разномасштабных данных;
- быстрая обработка запроса на получение растрового изображения;
- сохранение точности географической привязки снимков.

В процессе разработки изучены принципы функционирования картографических сервисов Google Maps, Bing Maps, Яндекс.Карты. Рассмотрены картографические проекции, традиционно применяющиеся в ГИС. Произведена оценка целесообразности использования некоторых картографических проекций с точки зрения эффективности их реализации и скорости алгоритма конвертирования входных данных, внутреннего хранения раstra.

Рассмотрен способ представления растровых геокодированных данных, согласно которому выполняется трансформирование исходных снимков в цилиндрическую проекцию Меркатора с их последующим масштабированием для получения нескольких уровней детализации и разбиением на небольшие фрагменты (тайлы) для быстрого доступа к произвольной области.

Предложена структура хранения данных, в соответствии с которой для каждого снимка дополнительно формируется бинарная маска, отсекающая неинформативную часть изображения. Это позволяет получать графическое представление при запросе области частично перекрывающихся снимков. Разработан специальный контейнер, оптимизированный для хранения многослойных тайлов и соответствующих им бинарных масок.

Изучены известные способы комбинированного хранения графической и атрибутивной информации. Обоснован выбор формата xml и сформирована структура документа атрибутивных данных снимков с соответствующим списком тайлов.

Приведены результаты тестового использования разработанной БД на ограниченном территориальном фрагменте.

Работа проведена в рамках НИР 9-14Г.

#### *Библиографический снимок*

Злобин В.К., Еремеев В.В., Кузнецов А.Е. Обработка изображений в геоинформационных системах: учебное пособие. Рязан.гос. радиотехн. ун-т. Рязань, 2008. 264 с.

### **ВОПРОСЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МИКРО/НАНОСПУТНИКОВ ФОРМАТА CUBESAT**

Д.А. Жуков

Научный руководитель — Таганов А.И.

д.т.н., зав. Кафедрой «Космические технологии»

**Рязанский государственный радиотехнический университет**

В настоящее время вопросы теоретических и методических основ построения и контроля сложных космических систем малых космических аппаратов (МКА) формата Cubesat приобретают особую актуальность и практическую значимость. Резко возросшие требования к надежности и эффективности функционирования МКА в процессе их целевого применения накладывают повышенные требования к функциональному построению и качеству работы систем контроля технического состояния (КТС) МКА.

Одной из важных составляющих малого космического аппарата (МКА) формата Cubesat является система управления. Эта система на практике может быть реализована как в наземном комплексе управления, так и в бортовом комплексе управления и отвечает за контроль функционирования всех основных блоков и узлов МКА. При этом на сегодняшний день задача КТС МКА в большинстве случаев реализуется в наземной станции приема и обработки информации. В этом случае возможен большой промежуток времени между возникновением нештатной ситуации на борту МКА и выдачей управляющих воздействий на ее устранение. На увеличение времени КТС влияют многие факторы и в том числе плохая радиовидимость, время принятия решений в наземной станции приема, в течении которого потребителям может быть выдана неверная информация или же нештатная ситуация, которая может привести к потере работоспособности МКА.

В докладе рассматривается подход к решению задачи КТС МКА на основе переноса комплекса задач контроля, диагностирования и управления техническим состоянием МКА на бортовой вычислительный блок обработки информации, обеспечивающий четыре режима функционирования [1]:

- тестирование МКА при испытаниях;
- тестирование МКА перед включением в штатную работу или перед выполнением важных функциональных операций;
- контроль и управление конфигурацией бортового оборудования при штатном функционировании;
- поиск и устранение неисправностей.

Для решения задач КТС МКА предлагается возможный подход и рассматриваются методологические вопросы к построению системы КТС, основанные на принципах организации автоматизированных систем принятия решений и организации систем искусственного интеллекта.

#### *Библиографический список*

Микрин Е. А. Бортовые комплексы управления космическими аппаратами и проектирование их программного обеспечения. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2003. 336 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

### Секция 1

#### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ**

Ю.С. Соколова РАЗРАБОТКА РЕШАЮЩИХ ПРАВИЛ КЛАССИФИКАЦИИ КОНКУРСНЫХ ПРОЕКТОВ НА ОСНОВЕ МУЛЬТИМНОЖЕСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЛИНГВИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА	3
Э.Р.Гусамов ЭЛЕКТРОННЫЙ БЮДЖЕТ СТУДЕНТА	5
И.А.Клюева ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ РИСКОВ ИННОВАЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ В СФЕРЕ ИТ-ТЕХНОЛОГИЙ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ SURVIVAL ANALYSIS	7
А.Т. Коротаев ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ ИМУННЫХ СИСТЕМ В ЗАДАЧАХ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ	9
А.С. Апаршев, М.А. Козлов Анализ моделей данных для современных СУБД	11
О.К. Головнин ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ОБСЛЕДОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА БАЗЕ МУЛЬТИКОПТЕРА	13
Е.О. Путилин ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ СЕРДЦЕБИЕНИЯ И ДЫХАНИЯ, ПОЛУЧЕННЫХ С БЕСКОНТАКТНОГО УЛЬТРАЗВУКОВОГО ДАТЧИКА, ПОСРЕДСТВОМ LABVIEW	14
А.А. Осьмушин, И.Г. Богданова, А.А. Федосеев АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ О СОСТОЯНИИ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ	16
А.В. Сидоров, О.В. Сапрыкина, О.Н. Сапрыкин ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ГОРОДА	17
В. С. Муравьев, Ю. А. Гордеев МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ЛОГИСТИКЕ	18
В.В.Тишкина АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ АНАЛИЗ ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ И НЕЧЕТКОСТИ ДАННЫХ	19
Ю.А. Челебаева НЕЙРОСЕТЕВАЯ СТРУКТУРА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ В КОД ДВУХ ПЕРЕМЕННЫХ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО ДВУХСЛОЙНОГО ПЕРСЕПТРОНА	21
А.А. Боев СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ ТЕЛЕМЕТРИИ СПАСАТЕЛЕЙ	23
Ф.Р Волкова, А.В. Городничева, Е.А. Жаркова, А.Е. Якунькин МЕТОДИКА ИЗУЧЕНИЯ ВСТРОЕННЫХ МЕХАНИЗМОВ ЗАЩИТЫ ИНТЕГРИРОВАННОГО ПАКЕТА ПРОГРАММ MICROSOFT OFFICE 2010	25

### Секция 2

#### **ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ**

А.М.Конаш ИНТЕРНЕТ-ЗАВИСИМОСТЬ И ДИСТАНЦИОННОЕ ОБУЧЕНИЕ	28
Е.С. Шапошникова, Л. М. Евдокимова ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ ЛЮДЕЙ	30

ПЕНСИОННОГО И ПРЕДПЕНСИОННОГО ВОЗРАСТА	
А.О. Сапрыкина ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВЕБ-ПОРТФОЛИО КАК СРЕДСТВА КОМБИНИРОВАННОГО ОЦЕНИВАНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЕМЫХ	31
О.Е. Белошапкина О ПОКАЗАТЕЛЯХ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС В ВУЗАХ	32
Е.А. Степаненко ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ОБУЧЕНИИ	34
Э.Ф. Шадрина, А.В. Чечерин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	35
Р.А. Рогожинский ТРЕНАЖЕР ПО МАТЕМАТИКЕ. ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИЙ И ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ	37
Е.М. Кораблев ТРЕНАЖЕР ПО МАТЕМАТИКЕ. ПРОИЗВОДНАЯ	39
К.Е. Лазарев, Н. В. Ноздрачёв ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВИДЕОУРОКОВ	41
Р.А. Рогожинский, Е.С. Клыкова ТРЕНАЖЕР ПО ОБЩЕЙ ХИМИИ	43
Р.Н. Дятлов, Ю.И. Арабчикова ОРГАНИЗАЦИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ВНЕАУДИТОРНОЙ КОНТРОЛИРУЕМОЙ САМОСТОЯТЕЛЬНОЕ РАБОТЫ СТУДЕНТА В СРЕДЕ <i>MOODLE</i>	45
И.А. Яшин ПРИМЕНЕНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ПОСОБИЙ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ	47
Д.А. Бушмакин СИСТЕМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА	48
М.В. Деканова, Е.Р. Сухарев ОЦЕНКА КАЧЕСТВА РАСПИСАНИЯ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ	50
А. Ю. Бакаев, С. В. Белоусов ИССЛЕДОВАНИЕ СПОСОБОВ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ DSA	51
Бакулев А.В., Бакулева М.А., Худяков А.В. РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ПРОВЕРКИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЗАДАНИЙ СТУДЕНТОВ В СИСТЕМЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ	53
А. А. Брянцев, И. А. Самсонова ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИИ	55
А.Н. Мелков, А.С. Самойлов ИССЛЕДОВАНИЕ ПАКЕТА ИНЖЕНЕРНЫХ ПРОГРАММ PROCESS ENGINEERING SUITE	56
И.А.Телков МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ФАЗОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ	57

### Секция 3

#### **МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

И. В. Ионова ЧИСЛЕННЫЕ МЕТОДЫ В ОПРЕДЕЛЕНИИ ВРАЩЕНИЯ ВЕКТОРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ АНАЛИЗЕ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ	59
Т.А. Кузнецова НЕНУЛЕВЫЕ $\omega$ - ПЕРИОДИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ	60
А. О. Харламова ОПРЕДЕЛЕНИЕ УСЛОВИЙ СУЩЕСТВОВАНИЯ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЦИКЛОВ ВТОРОГО РОДА ДЛЯ МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ЧАСТНОТНО-ФАЗОВОЙ АВТОПОДСТРОЙКИ ЧАСТОТЫ	61
А.И. Белогубец БАЙЕСОВСКИЕ КЛАСТЕРНЫЕ АНСАМБЛИ	62

О.Ю. Ротарь МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОПТИМИЗАЦИИ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА СРЕДСТВ СВЯЗИ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ	64
Фу Ха Нгуен РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ПРОГОНКИ ДЛЯ ПЯТИДИАГОНАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ В MICROSOFT EXCEL	66
П. Ю. Моница ДВУХТОЧЕЧНАЯ ПЕРИОДИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА УПРАВЛЯЕМОЙ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С КВАДРАТИЧНЫМ ФУНКЦИОНАЛОМ	68
Д.М. Савенков АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МИМО СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КАНАЛЬНОЙ МАТРИЦЫ С ОШИБКАМИ	69
Я.Н. Анисимов, Д.Н. Шкрылева СРАВНЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КРОССОВЕРОВ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ДИСКРЕТНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ	71
О.В. Тихонова, О.А. Чихачева МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ – ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ ФОРМИРОВАНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	73
А.С. Сивиркина, Е.И. Коняева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА ЗАНЯТИЯХ ПО ДИСЦИПЛИНАМ "СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ В УПРАВЛЕНИИ" И "ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ"	75
О.А. Чихачева, О.В. Тихонова, Т.А. Асаева ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ДИСЦИПЛИН ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКОГО БЛОКА	77

#### **Секция 4**

##### ***ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ***

М. Ю. Зуев РАДИОФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ШИРОКОПОЛОСНЫХ СИГНАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ ПРЕОБРАЗОВАНИЕМ СИНУСОИДАЛЬНЫХ КОЛЕБАНИЙ	80
А.А.Чернова, Маховиков А.Б. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АУДИО-КОДЕКОВ ДЛЯ СИСТЕМ IP-ТЕЛЕФОНИИ	81
О.Н. Титов ОЦЕНКА ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОЙ ПОМЕХОВОЙ ОБСТАНОВКИ	83
К.В. Матрохина ОЦЕНКА ПАРАМЕТРОВ МОБИЛЬНЫХ КАНАЛОВ СВЯЗИ ДЛЯ СИСТЕМ IP-ТЕЛЕФОНИИ	85
А. С. Тужилкин ИНТЕРФЕЙС КАНАЛА СВЯЗИ ПЕРСПЕКТИВНОЙ БОРТОВОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СЕТИ	87
Д.В Жерехова СПОСОБЫ ПОСТРОЕНИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОГО РАДИО	88
М.И. Белоусова ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОЗДАНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ РАДИОЛИНИЙ В ММ-ДИАПАЗОНЕ	90
И.Н. Филатов, Д.Ю. Мамушев, ИДЕНТИФИКАЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ ПАРАМЕТРОВ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА В ЗАДАЧАХ ГОЛОСОВОЙ БИОМЕТРИИ	92
Л.В Аронов СТАТИСТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПОДВОДНОГО ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ	93
Л.С.Крупнов ОЦЕНКА ЭНТРОПИИ ПАРОЛЕЙ КАК МЕРЫ СТОЙКОСТИ К МАШИННОМУ ПЕРЕБОРУ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ	95
А.В. Завадский ИССЛЕДОВАНИЕ МОДЕЛИ КОГЕРЕНТНОГО	96

ДЕМОДУЛЯТОРА MSK-СИГНАЛОВ ДЛЯ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМ АУДИО НАБЛЮДЕНИЯ	
А.Ю. Киселев МОДЕЛЬ АУДИОКОДЕКА НА ОСНОВЕ ВРЕМЯ – ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИИ	97
И.В. Лукашин, Д.С. Семин ИССЛЕДОВАНИЕ БЕСПРОВОДНЫХ СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЛЧМ СИГНАЛОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ УЗКОПОЛОСНОЙ ПОМЕХИ	99
Д.В. Крутин АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ ПОМЕХ НА ПЕРЕДАЧУ ИНФОРМАЦИИ В СЕТЯХ LTE	101
А.М. Чернобаев ИССЛЕДОВАНИЕ АУДИОКОДЕКА АДИКМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДСТВ САПР	102
А.В. Патракеев ЕДИНОЕ ИНФОРМАЦИОННОЕ ПРОСТРАНСТВО И СИСТЕМЫ СВЯЗИ ВЛАДИМИРСКОЙ ОБЛАСТИ	104
А. О. Гаврилова, А. В. Осипова ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ДЛЯ СИСТЕМЫ DVB-T2 И СПОСОБЫ ДОСТАВКИ ЦИФРОВОГО ПАКЕТА ТЕЛЕВИЗИОННЫХ ПРОГРАММ ДО ЗРИТЕЛЯ	105
И.О. Бессонов, В.В. Бочков МОДЕЛИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОЦЕНИВАНИЯ УГЛОВОЙ КООРДИНАТЫ ИСТОЧНИКА СИГНАЛА ПРИ ДЕЙСТВИИ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ПОМЕХ	107
В.Т. Дмитриев АЛГОРИТМ КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ И ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ АДАПТИВНЫЙ К ДЕЙСТВИЮ АКУСТИЧЕСКИХ ПОМЕХ И ШУМОВ В КАНАЛЕ СВЯЗИ	108
С.В. Зорин, П.С. Писака ПРОЦЕДУРА МОНТАЖА ЕДИНОГО НОСИТЕЛЯ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	109
А.В. Погасий СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГАРАНТИРОВАННОЙ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ СБОРА ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ	111
В.М. Бердников, Э.В. Акопов ПАССИВНАЯ СИСТЕМА ВИДЕОПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В УРБАНИЗИРОВАННОЙ МЕСТНОСТИ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ КАРТЫ	113
Д.И. Лукьянов ОЦЕНКА КОЭФФИЦИЕНТОВ ЛИНЕЙНОГО ПРЕДСКАЗАНИЯ РЕЧЕВОГО СИГНАЛА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ЧЕЛОВЕКА	115
И.В. Косткин, П.И. Манзадей РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА УСТРАНЕНИЯ ДРОЖАНИЯ КАМЕРЫ В ПРОЦЕССЕ КОДИРОВАНИЯ ВИДЕОДАННЫХ	116
П.С. Покровский, А.А. Лисничук ПРОЦЕДУРА МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА РАСШИРЯЮЩИХ КОДОВЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ДЛЯ АДАПТАЦИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ К ДЕЙСТВИЮ УЗКОПОЛОСНЫХ ПОМЕХ	117
Д.А. Шевляков АЛГОРИТМ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ МНОГОПороГОВОГО ДЕКОДЕРА	119
В. Т. Као МНОГОПороГОВЫЕ ДЕКОДЕРЫ ДЛЯ ГАУССОВСКИХ КАНАЛОВ	120

### **Секция 5**

#### ***ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И INTERNET- ТЕХНОЛОГИИ***

М.М. Скворцов ОБ ИЗМЕНЕНИЯХ ЯЗЫКА ОБЩЕНИЯ СТУДЕНТОВ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ	122
А.В. Соколова ОПЕРАТИВНАЯ СЕГМЕНТАЦИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В	124



СИСТЕМАХ ДЕШИФРАЦИИ ДАННЫХ АЭРОФОТОСЪЕМКИ	
А.С. Тарасов ПРЕДОСТАВЛЕНИЕ ДОСТУПА ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКОМУ ПО К ГЕОРГРАФИЧЕСКИМ КООРДИНАТАМ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ	126
Е. А. Козлов МОДЕЛИРОВАНИЕ И АНАЛИЗ СХЕМЫ ПОЛУМОСТОВОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЯ С LCD – ЦЕПЯМИ РЕКУПЕРАЦИИ В СРЕДЕ LTSPICE IV	127
А.А. Епифанцев КЛАССИФИКАЦИЯ ГЛАГОЛОВ ИСПАНСКОГО ЯЗЫКА ДЛЯ ИХ ГЕНЕРАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ	130
С.В. Орлов РАСЧЁТ ПОГРЕШНОСТИ И ВЫБОР СТЕРЕОБАЗЫ	132
А.С. Шустов РАЗРАБОТКА ИНТЕРНЕТ-ПРИЛОЖЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА И СИНТЕЗА СЛОВ ЕСТЕСТВЕННЫХ ЯЗЫКОВ	133
Д.И. Устюков ОБОБЩЕННЫЙ АЛГОРИТМ РЕКТИФИКАЦИИ СТЕРЕОПАР	134
Е.Г. Анурин ИСПОЛЬЗОВАНИЕ TURBORASCALC МОДУЛЕМ GRAPH В LINUX	136
К.А. Ерохин РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ANGULARJS	138
Д.А. Константинов РАЗРАБОТКА REST СЕРВИСА СЛУЖБЫ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДДЕРЖКИ С ПОМОЩЬЮ ASP.NET WEB API	140
А. В. Борляков ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ РЕГИСТРАЦИИ И ИЗМЕРЕНИЯ ИМПУЛЬСНЫХ И БЫСТРЫХ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ	141
О.В. Лёбин, А.И. Коротков СОЗДАНИЕ САЙТА ВЫПУСКНИКОВ РЯЗАНСКОГО РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО	143
Ю.А. Стукалова, Л.А. Кузьмина, Д.И. Устюков ОПИСАНИЕ КОНЕЧНОГО АВТОМАТА НА ЯЗЫКЕ VERILOG	144
А.М.Жидков ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ «ФОКУС» ДЛЯ МОДЕЛИРОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ В ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ	146
Е. А. Жданова ПРЕИМУЩЕСТВО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФРЕЙМВОРКА TWITTER BOOTSTRAP ПРИ РЕИНЖИНИРИНГЕ САЙТА	147
Р.Р. Янгирова, Е.Д. Мурзина ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА ПО ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ МЕНЕДЖМЕНТУ И АУДИТУ В Г. ТОМСКЕ	148
С.Ю.Жулева ОСОБЕННОСТИ АВТОМАТИЗАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ В УСЛОВИЯХ НЕПОЛНОТЫ И НЕЧЕТКОСТИ ДАННЫХ	150

### **Секция 6**

#### ***МОДЕЛИРОВАНИЕ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ***

Е.И. Гужвенко, Н.Н. Тумаков, В.Ю. Гужвенко ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В РАЗРАБОТКЕ СТРЕЛКОВОГО КОМПЛЕКСА	152
Е.В. Селиванов ОБОБЩЁННОЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ	154
М.Н. Мусолин ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ АСУ ТП ДЛЯ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА	155
М.Н. Мусолин АСУ ТП ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ ПЕЧИ ПОСТОЯННОГО ТОКА	156
И.В. Чернова РЕГРЕССИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ИЕРАРХИЧЕСКОЙ СТРУКТУРОЙ	157

В.А. Котов МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОКАНАЛЬНОГО ОБНАРУЖИТЕЛЯ-ИЗМЕРИТЕЛЯ КОГЕРЕНТНОЙ ПАЧКИ РАДИОИМПУЛЬСОВ	158
В.А. Котов СТАТИСТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБНАРУЖИТЕЛЕЙ- ИЗМЕРИТЕЛЕЙ В СИСТЕМЕ MATHCAD	160
А.А. Долинина ПОНИЖЕНИЕ ПОРЯДКА МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИНГУЛЯРНОГО РАЗЛОЖЕНИЯ	161
П.А. Александров ОПТИМАЛЬНОЕ ОЦЕНИВАНИЕ УГЛОВОЙ КООРДИНАТЫ ИСТОЧНИКА СИГНАЛА В МАЛОЭЛЕМЕНТНОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКЕ	163
Д.С. Кислов, А.Л. Дергачёва АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И КОНТРОЛЯ РАБОТОЙ ГЕНЕРАТОРОВ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИМПУЛЬСОВ МАЛОЙ ДЛИТЕЛЬНОСТИ	166
А.А. Изохов АГЕНТНЫЕ МОДЕЛИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ	167
И.С. Бобров ТЕПЛОВЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ СПЕЦИАЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ	169
П.Б. Никишкин ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ АЛГОРИТМА PGA В ПАКЕТЕ ПРИКЛАДНЫХ ПРОГРАММ MATLAB	170
Н.А. Гривин, П.М. Смирнов СОЗДАНИЕ МОДЕЛИ СВЕТОФОРА НА ОСНОВЕ ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТЫ STM32L-DISCOVERY	172
А.И. Комова, А.В. Антоненко СТРУКТУРА НЕЛИНЕЙНОГО МНОГОТАКТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ «ВРЕМЕННОЙ ИНТЕРВАЛ-КОД»	173
В.А. Конев МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА CLOPE С ЦЕЛЬЮ УЛУЧШЕНИЯ КАЧЕСТВА КЛАСТЕРИЗАЦИИ БОЛЬШИХ ОБЪЁМОВ ТРАНЗАКЦИОННЫХ ДААННЫХ	174

### **Секция 7**

#### ***РАЗРАБОТКА САПР НА БАЗЕ CALS-ТЕХНОЛОГИЙ***

А.С. Тарасов ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАВИГАЦИОННЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ СОВРЕМЕННЫХ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИХ ПРОГРАММАХ	176
А.И. Усков ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ДРЕВОВИДНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КОМПОНОВКИ ЭС	177
В.Г. Псоянц ФОРМАЛИЗАЦИЯ МЕТОДОВ АНАЛИЗА И СОКРАЩЕНИЯ РИСКОВ КАЧЕСТВА СЛОЖНЫХ ПРОГРАММНЫХ СИСТЕМ	178
Д.М. Цыбулько ПРИМЕНЕНИЕ ПРОБЛЕМНО-ОРИЕНТИРОВАННОГО ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ	179
И.В. Дрожжин ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ САПР ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ	181
А.Н. Имамутдинов, Г.Р. Габдрахимова, А.В. Сидоров ВЕБ-СЕРВИС I GIS ПОИСКА И ОТОБРАЖЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ИНФОРМАЦИИ	183
В.Д. Зотов АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ТРАССИРОВКИ ПРОВОДНОГО МОНТАЖА	185
Е.А. Кленина КЛАСТЕРИЗАЦИЯ ДАННЫХ ПРИ ПОМОЩИ НЕЧЕТКИХ ОТНОШЕНИЙ	186
Н.В. Черемухин АДАПТАЦИЯ МОДЕЛИ В СЕТИ ПРИ НАЗНАЧЕНИИ КОНТАКТОВ И ТРАССИРОВКЕ ЦЕПЕЙ ДЛЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ,	188

ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ МЕТАЛЛИЗАЦИИ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ Д.В. Лунин МНОГОПОТОЧНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ НА ПЛАТФОРМЕ CUDA	189
М.А. Иванчикова МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЙ УСКОРЕННОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В КОРПОРАТИВНЫХ СЕТЯХ НЕСКОЛЬКИХ ПРОВАЙДЕРОВ СВЯЗИ С РАЗЛИЧНЫМИ ЗОНАМИ ПОКРЫТИЯ	190
Д.А. Перепелкин АЛГОРИТМ МНОГОПУТЕВОЙ АДАПТИВНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ В ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СЕТЯХ С БАЛАНСИРОВКОЙ НАГРУЗКИ	192
Д.А. Перепелкин МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ МНОГОПУТЕВОЙ АДАПТИВНОЙ МАРШРУТИЗАЦИИ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ СЕТЕВОГО ТРАФИКА	194
А.А. Бонячук 3D-MID - ТРЕХМЕРНЫЕ СХЕМЫ НА ПЛАСТИКАХ	196
А.Н. Сапрыкин БАЛАНСИРОВКА НАГРУЗКИ В СЕТЯХ С ДВУХФАЗНОЙ МАРШРУТИЗАЦИЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АДАПТИВНОЙ СХЕМЫ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАИМЕНЬШЕГО КОЛИЧЕСТВА ПОТОКОВ	198
А.С. Богомолова ВОЗМОЖНОСТИ ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ НА СОВРЕМЕННЫХ ПЕРСОНАЛЬНЫХ КОМПЬЮТЕРАХ	199
А.Н. Сапрыкин, Е.В. Малютина, Д.И. Гончарова МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМЫХ СЕТЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ OPENFLOW НА БАЗЕ ЭМУЛЯТОРА MININET	200
В.Е. Карцев ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА ОБРАБОТКИ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ	202
Паршин А.Н., Миловзоров О.В. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА СТОИМОСТИ ПОДОКОННИКОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОМ ПРОГРАММНОМ КОМПЛЕКСЕ T-FLEX	203
Миловзоров О.В., Челебаев С.В., Паршин А.Н., Агузаров А.В. МЕТОД СТРУКТУРИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ АДАПТИВНЫХ СПРАВОЧНЫХ СИСТЕМ	205

### **Секция 8**

#### **ОБРАБОТКА ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

А.С. Наполов АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ПОСАДКИ ДЛЯ МУЛЬТИРОТОРНЫХ СИСТЕМ	208
Р. А. Курмаев АВТОМАТИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ ДОРОЖНЫМ ДВИЖЕНИЕМ НА ОСНОВЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ СИСТЕМ ФОТО-ВИДЕО ФИКСАЦИИ НАРУШЕНИЙ ПДД	209
Ю.Б. Алпатов СИСТЕМА АНАЛИЗА ТРАНСПОРТНЫХ ПОТОКОВ	210
О.Е. Балашов, А.В. Винокурова РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	211
А.М. Ларин ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МАШИНОСТРОЕНИЯ	213
О.Е. Балашов, П.В. Скрябина ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫДЕЛЕНИЯ ДВИЖУЩИХСЯ ОБЪЕКТОВ	215
Е.И. Волжина ПРИМЕНЕНИЕ УЧЕБНЫХ РОБОТОВ LEGO NXT В	217

ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ТЕОРИИ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ	
М.Н. Гурьева КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ДАННЫХ ИНФРАКРАСНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ШУМОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОСТРАНСТВЕННО-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ДЕРЕВЬЕВ ВЕЙВЛЕТ-ПРЕОБРАЗОВАНИЯ	218
М.Д. Ершов ОБНАРУЖЕНИЕ ПЛЕНОЧНЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СНИМКАХ	220
С.М. Ларионов, А.А. Селяев АЛГОРИТМ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТ ОБЪЕКТА В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ЕГО ЧАСТИЧНОМ ЗАСЛОНЕНИИ	221
Е.А. Масленников ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТА	223
А.А. Камчёнкова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ПАКЕТА NATIONAL INSTRUMENTS VISION BUILDER AI 3.6 В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ	225
В.С. Муравьев АЛГОРИТМ ОБНАРУЖЕНИЯ НАДВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ НА РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЯХ	226
А.Б. Фельдман АЛГОРИТМЫ ФОРМИРОВАНИЯ И ОБНОВЛЕНИЯ ЭТАЛОННОГО ОПИСАНИЯ ОБЪЕКТА ИНТЕРЕСА ДЛЯ БОРТОВЫХ СИСТЕМ АНАЛИЗА ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ	228
Р.А. Никитин, В.В. Стротов РЕАЛИЗАЦИЯ РЕШЕНИЯ СИСТЕМЫ ЛИНЕЙНЫХ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ НА SOFT-ПРОЦЕССОРНОМ ЯДРЕ MICROBLAZE	230
С.А. Смирнов КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ ОТ ДАТЧИКОВ ВИДИМОГО И ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ АЛГОРИТМА СЕГМЕНТАЦИИ НА ОСНОВЕ БАЙЕСОВСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ	231
М.В. Хосенко ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМА МЕЖКАДРОВОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ СОВМЕЩЕНИЯ КАРТОГРАФИЧЕСКИХ И НАБЛЮДАЕМЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	233
П.В. Фоломеев САМООБУЧАЮЩИЙСЯ АЛГОРИТМ СЛЕЖЕНИЯ ЗА ОБЪЕКТОМ В ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ИЗОБРАЖЕНИЙ ДЛЯ СИСТЕМ РЕАЛЬНОГО ВРЕМЕНИ	235

### **Секция 9 ГЕОИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

И.Г. Богданова, С.В. Михеев, Д.А. Михайлов СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ ПРИ ДИСЛОКАЦИИ ОБЪЕКТОВ В ГИС	237
А.А. Макаренков СПЕКТРАЛЬНОЕ РАЗДЕЛЕНИЕ ПИКСЕЛЕЙ ГИПЕРСПЕКТРАЛЬНОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ С ПРИВЛЕЧЕНИЕМ ДАННЫХ МНОГОЗОНАЛЬНОЙ ВЫСОКОДЕТАЛЬНОЙ СЪЕМКИ	238
М.А. Трегубова ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИС В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА	239
А.С. Найденов СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ РАЗВЕРТКИ ФАЗЫ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ ИНТЕРФЕРОГРАММЫ	240
А.А. Скобелев ОБНАРУЖЕНИЕ ДЕФФЕКТОВ ЛИНИЙ СВЯЗИ МЕТОДОМ ПЕРЕФЕРИЙНОГО СКАНИРОВАНИЯ	241

А.А. Федосеев, А.А. Осьмушин, Д.А. Михайлов ПОСТРОЕНИЕ МОДЕЛИ ТРАНСПОРТНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННО- РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ДАННЫХ	242
В.А. Ключников, Л.А. Ключников, А.В. Сидоров, О.К. Головнин СИСТЕМА ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ДАННЫХ НАВИГАЦИОННЫХ УСТРОЙСТВ	243
В.А. Ключников, О.К. Головнин, С.В. Михеев СИСТЕМА СБОРА И НАКОПЛЕНИЯ ГЕОВИДЕОДАННЫХ ДЛЯ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ	244
Н.А. Егошкин ОЦЕНКА ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ПРИ НАЛИЧИИ ОГРАНИЧЕНИЙ	246
Е.П. Козлов АВТОМАТИЧЕСКОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПОРНЫХ ТОЧЕК МЕСТНОСТИ ПО ЭЛЕКТРОННЫМ КАРТАМ БЕРЕГОВЫХ ЛИНИЙ	247
Е.А. Молчанов МЕТОДИКА И ТЕХНОЛОГИЯ ВИРТУАЛЬНЫХ ИСПЫТАНИЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ	248
П.Н. Светелкин ТЕХНОЛОГИЯ ПОИСКА СУДОВ НА СНИМКАХ ОТ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ «КАНОПУС-В» И БКА	250
В.А. Ушенкин ФОКУСИРОВКА И АВТОФОКУСИРОВКА РАДИОГОЛОГРАММ КОСМИЧЕСКОГО РАДИОЛОКАТОРА С СИНТЕЗОМ АПЕРТУРЫ АНТЕННЫ	251
Д.В. Скачков ОБЕСПЕЧЕНИЕ СЕРТИФИКАЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ МАТЕРИАЛОВ КОСМИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЦЕЛЕВЫХ ЗАДАЧ	252
Д.А. Жуков МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ЗАДАЧ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МИКРО/НАНОСПУТНИКОВ ФОРМАТА CUBESAT	253
В.А. Ушенкин КОГЕРЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ПАР РАДИОЛОКАЦИОННЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ	256
В.И. Пошехонов, А.С. Рыжиков РАЗРАБОТКА БАЗЫ РАСТРОВЫХ ГЕОКОДИРОВАННЫХ ДАННЫХ С ГЛОБАЛЬНЫМ ПОКРЫТИЕМ	257
Д.А. Жуков ВОПРОСЫ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ МИКРО/НАНОСПУТНИКОВ ФОРМАТА CUBESAT	258

**Новые информационные технологии в научных исследованиях и в образовании:** материалы XIX Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов.

Компьютерная верстка: Буробина А.С.  
Геращенко Е.С.  
Потапова В.Ю.

Подписано в печать 26.10.2014. Формат бумаги 60x84 1/16/  
Бумага офсетная. Печать трафаретная. Усл.-печ.л. 10.  
Уч.-изд.л. 9,75. Тираж 260 экз. Заказ 178  
390005, Рязань, ул. Гагарина, 59/1.  
Редакционно-издательский центр РГРТУ.

Отпечатано в ООО «Полиграф».  
390025, г. Рязань, ул. Нахимова, 13

## **КАФЕДРА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ (САПР ВС)**

**Кафедра САПР ВС готовит инженеров по специальностям «Системы автоматизированного проектирования», «Проектирование и технология электронных вычислительных средств», «Проектирование и технология радиоэлектронных средств», бакалавров и магистров по направлению «Информатика и вычислительная техника» и «Конструирование и технология электронных средств».**

**На кафедре функционируют аспирантура и докторантура. Учебный процесс и научные исследования обеспечивают 5 профессоров, докторов наук и свыше 20 доцентов, кандидатов наук.**

**Выпускники кафедры работают на предприятиях оборонно-промышленного комплекса; на предприятиях радиоэлектронной промышленности; в организациях среднего и малого бизнеса, занимающихся разработкой, созданием и эксплуатацией вычислительной и цифровой аппаратуры; на предприятиях сотовой связи; в банках и коммерческих структурах; в научно-исследовательских организациях Рязани, Москвы, Подмосковья и других регионов России.**

**Страница кафедры в Интернет: <http://sapr.rsreu.ru>**

