

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ В.Ф.УТКИНА

НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

НИТ - 2019

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

МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

ТОМ I



РЯЗАНЬ, 2019

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ

РЯЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ

В.Ф. УТКИНА

***НОВЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ
НИТ-2019***

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

Материалы конференции



УДК 681.512.001.56:6 21.37.39

Новые информационные технологии в научных исследованиях: материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов. Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина. 2019. 202 с.

Сборник включает материалы XXIV Всероссийской научно-технической конференции студентов, молодых ученых и специалистов «Новые информационные технологии в научных исследованиях». 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.

Программный комитет:

Корячко В.П. – заведующий кафедрой САПР ВС РГРТУ, заслуженный деятель науки РФ, д.т.н., профессор, (председатель);

Пылькин А.Н. – декан факультета вычислительной техники РГРТУ, заслуженный работник ВШ РФ, д.т.н., профессор (зам. председателя);

Гусев С.И. – проректор по научной работе и инновациям РГРТУ, д.т.н., профессор;

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

Иванников А.Д. – заместитель директора по научной работе Института проблем проектирования в микроэлектронике РАН (г. Москва), д.т.н., профессор;

Каперко А.Ф. – профессор МИЭМ при ВШЭ, д.т.н., профессор;

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

Костров Б.В. – заведующий кафедрой ЭВМ РГРТУ, д.т.н., профессор;

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

Прохоров С.А. – заведующий кафедрой «Информационные системы и технологии» Самарского государственного аэрокосмического университета им.

С.П. Королева, д.т.н., профессор;

Таганов А.И. – заведующий кафедрой КТ РГРТУ, д.т.н., профессор;

Бакулева М.А. – доцент кафедры САПР ВС РГРТУ, к.т.н., доцент (ученый секретарь).

ISBN 978-5-7722-0274-6

© Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

ВЫСОКОТОЧНАЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ ОТ СОВРЕМЕННЫХ СИСТЕМ ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Н.А. Егошкин

Научный руководитель – Еремеев В.В., д-р техн. наук, профессор
**Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.
Уткина**

В настоящее время в России активно создаются различные по характеристикам и принципам съёмки системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Развиваются системы высокого и среднего разрешения, глобального наблюдения Земли, тепловые, радиолокационные и гиперспектральные. Для наблюдения за стратегически важным для России арктическим регионом разрабатывается уникальная система «Арктика-М».

Изображения от космических систем в исходном виде мало пригодны для использования потребителями: они содержат значительные геометрические искажения. Необходима наземная обработка материалов съёмки с целью получения стандартных продуктов, по которым можно с высокой точностью определять координаты объектов на поверхности Земли [1].

Известны общие подходы к решению задач геометрической обработки. Однако при создании систем ДЗЗ с новыми конструкциями датчиков возникает необходимость в разработке новых математических моделей их функционирования и новых методов обработки изображений, учитывающих погрешности и нестабильности отечественной аппаратуры. Не смотря на политику «импортозамещения», потребители информации требуют изображения, удовлетворяющие мировым стандартам качества.

В докладе рассматриваются 6 ключевых направлений повышения геометрической точности обработки информации от современных систем ДЗЗ.

Первое направление – уточнение законов движения и вращения космического аппарата (КА) в процессе съёмки. Известные технологии высокоточного определения координат КА по ГЛОНАСС/GPS позволяют получать высокие точности, однако они не достаточно оперативны для обработки изображений. В докладе предложен компромиссный подход, основанный на фильтрации навигационных измерений и радионавигационных параметров с использованием только бортовых эфемерид GPS. Угловая ориентация уточняется на основе совместной обработки измерений звездных датчиков и гироскопов. Особенностью является учет коррелированности ошибок во времени с использованием теории идентификации динамических систем [2].

Второе направление – использование методов идентификации динамических систем для описания дрейфа и колебаний в геометрии съёмки по опорным точкам [3]. Эти методы также позволяют существенно повысить скорость обработки изображения с высоко- и среднечастотными геометрическими искажениями.

Третье направление – разработка математического и алгоритмического обеспечения для систем глобального наблюдения Земли. Эти системы способны каждые 15-30 минут фиксировать обзорные изображения Земли с разрешением около 1 км и включают новые для России геостационарные системы «Электро-Л», а также уникальные системы съёмки с высокой эллиптической орбиты «Арктика-М» [4].

В докладе рассматривается технология наземной калибровки скановых датчиков с двухкоординатной разверткой, используемых в системах глобального наблюдения. Технология основана на съёмке эталонного объекта, содержащего систему круглых отверстий, распознавании кругов на изображениях и сопоставлении найденных координат с эталонными. Для уточнения геометрии съёмки с орбиты используется сопоставление изображений различных каналов, определение координат границы земля-космос на снимках [5] и сопоставление снимков с электронной картой [6]. В результате в условиях нестабильностей достигается субпиксельная точность геометрической обработки [7].

Четвертое направление – повышение точности геометрической обработки радиолокационных изображений. В радиолокации основная ошибка в определении координат объектов связана с неопределенностью высот точек местности. Для определения рельефа применяется съёмка одной и той же местности с разных точек орбиты, после чего информация о высотах извлекается из фазоразностного изображения (интерферограммы). Главная проблема такой обработки – развертывание фазы, это не корректно поставленная задача. В докладе предлагается новый подход к её решению за счет использования априорной информации о рельефе, получаемой из известных низкодетальных моделей рельефа [8] (защищен патентом РФ [9]).

Пятое направление – повышение пространственного и радиометрического разрешений съёмки за счет объединения информации от нескольких линеек фотоприёмников. Установка нескольких линеек с субпиксельными смещениями особенно актуальна для тепловизионной съёмки в условиях импортозамещения. Для объединения информации при наличии геометрических искажений в докладе представлено развитие теории неравномерной дискретизации. Доказаны и исследованы новые теоремы о восстановлении двумерного сигнала с заданным финитным спектром по неравномерным отсчетам, дающие структуру оптимальных восстанавливающих фильтров [10,11].

Шестое направление – коррекция смаза и расфокусировки изображений. В современных датчиках с временной задержкой и накоплением смаз возникает из-за погрешностей задания вектора скорости бега изображения [12], а расфокусировка – из-за расстройки оптики при перегрузках во время запуска КА и изменений теплового режима датчика. В докладе представлен подход, основанный на математическом описании изменений смаза и функции рассеяния точки (ФРТ) по полю снимка. Для повышения качества обработки космических изображений свехбольшого объема используется сочетание модифицированного фильтра Винера и вейвлет-фильтрации не белого шума [13].

Для современных гиперспектральных систем особо важен частный случай коррекции расфокусировки – выравнивание пространственного разрешения в различных спектральных каналах. Предложен подход к решению этой задачи, не требующий трудоёмкого оценивания ФРТ.

В докладе приводятся результаты практической апробации предложенных подходов на реальной информации от российских и зарубежных космических систем «Ресурс-ДК», «Ресурс-П», «Электро-Л», «TerraSAR-X», «RadarSat-2», «COSMO-SkyMed». Рассматривается применение предложенных подходов для новых проектируемых систем «Ресурс-ПМ», «Обзор-Р», «Арктика-М».

Библиографический список

1. Современные технологии обработки данных дистанционного зондирования Земли / Под. ред. В.В. Еремеева. М.: ФИЗМАТЛИТ. 2015. 460 с.
2. Егошкин Н.А. Обработка бортовой навигационной информации для высокоточной оперативной коррекции космических изображений // Цифровая обработка сигналов. 2017. №4. С. 23-29.

3. Егошкин Н.А. Динамические модели геометрической обработки изображений в системах дистанционного зондирования Земли // Цифровая обработка сигналов. 2017. №1. С. 3-7.

4. Хартов В.В., Мартынов М.Б., Бабышкин В.Е., Москатиньев И.В., Митькин А.С. Новая высокоэллиптическая гидрометеорологическая космическая система «Арктика-М» // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2014. №3 (24). С. 104-108.

5. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Москвитин А.Э. Координатная привязка изображений от геостационарных спутников по контурным точкам диска Земли // Вестник РГРТУ. 2007. №22. С. 10-16.

6. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Козлов Е.П. Нормализация космических изображений Земли на основе их сопоставления с электронными картами // Цифровая обработка сигналов. 2009. №3. С. 21-26.

7. Егошкин Н.А., Гектин Ю.М., Еремеев В.В., Кузнецов А.Е., Москатиньев И.В., Смелянский М.Б. Базовое геометрическое обеспечение систем наблюдения Земли с геостационарных и высокоэллиптических орбит // Исследование Земли из космоса». 2016. №6. С. 68-81.

8. Егошкин Н.А., Еремеев В.В., Москвитин А.Э., Ушенкин В.А. Формирование цифровых моделей рельефа на основе высокоточного развертывания фазы интерферограмм от систем радиолокационной съемки Земли // Радиотехника. 2016. № 11. С. 120-127.

9. Способ развертывания фазы при интерферометрической обработке информации от космических систем радиолокационного наблюдения Земли: пат. 152612322 РФ: МПК G01S 13/90 / Н.А. Егошкин, В.В. Еремеев, А.Э. Москвитин, В.А. Ушенкин; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО «РГРТУ». –№ 2016113159; заявл. 07.04.2016; опубл. 07.03.2017, Бюл. №7.

10. Egoshkin N.A., Eremeev V.V. Increasing satellite imagery resolution by fusion of data from multiple spatially shifted CCDs: a spectral-based approach // Remote Sensing Letters. 2015. Vol. 6. No. 2. Pp.116-124.

11. Егошкин Н.А., Еремеев В.В. Современные подходы к повышению качества изображений от многоэлементных систем наблюдения Земли // Радиотехника. 2016. №8. С. 98-103.

12. Егошкин Н.А., Еремеев В.В. Коррекция смаза изображений в системах космического наблюдения Земли // Цифровая обработка сигналов. 2010. №4. С. 28-32.

13. Егошкин Н.А. Коррекция смаза и расфокусировки спутниковых изображений с учетом геометрических искажений // Цифровая обработка сигналов. 2016. №3. С. 37-41.

ПРИНЦИПЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ УПРАВЛЕНЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПЛАТФОРМ БИЗНЕС-АНАЛИТИКИ

А.И. Арустамов

ООО «Аналитические технологии» - Loginom Company

Важнейшим направлением развития информационных систем в настоящее время является создание новых технологий поддержки принятия управленческих решений. Это обусловлено тем, что современная, динамичная и интерактивная бизнес-среда требует принятия решений во всё более сложных условиях.

Современные системы поддержки принятия решений (СППР) используют методы информационного поиска, интеллектуальный анализ данных, поиск знаний в базах данных, рассуждение на основе прецедентов, имитационное моделирование, эволюционные вычисления и генетические алгоритмы, нейронные сети, ситуационный анализ, когнитивное моделирование и др.

Каждый из перечисленных методов имеет свои возможности и ограничения, работает в определённой ситуации. Поэтому представляет интерес комбинированное использование различных методов, чтобы сделать СППР более универсальной и гибкой. Основой для построения таких систем могут стать аналитические платформы - класс программных систем, в которых интегрированы разнообразные средства аналитической обработки данных, включая искусственный интеллект и машинное обучение. Разработка концепции автоматизации процессов принятия решений на их основе является предметом исследования в данной работе.

Можно выделить четыре группы требований современным СППР:

- по качеству системы - точность, интерпретируемость, скорость отклика;
- технологичность - масштабируемость, компактность, гибкость, встраиваемость;
- устойчивость - к сложности данных и шумам в них;
- по ограничениям - скорость разработки, независимость от экспертов, лёгкость расчётов.

Одним из факторов среды принятия решений является непрерывный поток информации (запросов, заявок, сообщений и т.д.), который нужно обработать максимально быстро и с использованием формализованных алгоритмов. Каналами, по которым поступает информация, могут быть CRM, мобильные приложения, точки продаж и т.д. Кроме этого в процессе обмена данными могут использоваться дополнительные источники информации - хранилища и витрины данных, облачные сервисы и т.д. Иными словами, речь идёт о формировании среды принятия решений, которая обеспечит:

- повышение скорости принятия решений;
- формализация процесса принятия решения;
- снижение влияния человеческого фактора;
- избавление специалистов от рутинных операций;
- возможность обработки нестабильных потоков данных;

Основными проблемами, которые требуется решить при создании такой среды, являются:

- различные структуры процессов принятия решений;
- разнообразие IT-инфраструктуры;
- множество взаимодействующих систем.

Кроме этого, со временем могут меняться стратегия принятия решений, состав взаимодействующих систем и команды, отвечающие за их взаимодействие. Поэтому приоритетами системы являются возможности реализовывать сложную логику, универсальность используемой IT-инфраструктуры.

Исходя из сказанного выше, необходимо определить ключевые особенности таких систем, а именно радикальное упрощение стратегии принятия решений и её представления, возможность компоновать этапы в любой последовательности.

Основными этапами формирования ответа СППР являются:

- подготовка - инициализация системы и валидация параметров;
- сбор фактов - подготовка данных для запросов и расчётов, и их выполнение;
- оценка и анализ собранных фактов;
- формирование ответа СППР.
- протоколирование запросов и откликов СППР.
- формирование отчётности.

Состав функциональных моделей системы зависит от той предметной области, в которой она работает. Например, для потребительского кредитования это может быть скоринговая системы, система поиска по "черным спискам", система получения кредитной истории и т.д.

Типичное время развертывания и внедрения подобных систем составляет 3-6 месяцев. Основными этапами жизненного цикла СППР на основе аналитических платформ являются:

- формулирование требований к системе;
- разработка и реализация;
- эксплуатация и сопровождение;
- развитие и рефакторинг.

Основными преимуществами подобных систем являются:

- реализация сложной логики без написания программного кода;
- возможность быстрого внесения изменений в стратегию принятия решений;
- концентрация усилий специалистов на стратегических бизнес-задачах.

Одним из современных решений такого рода, представленных на российском рынке СППР, является система автоматизации принятия решений Loginom Decision Maker, построенная на основе аналитической платформы Loginom.

Библиографический список

1. Корячко В.П., Бакулева М.А., Орешков В.И. Интеллектуальные системы и нечеткая логика: (учебник). М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 352 с.
2. Орешков В.И. Инженерия знаний (учебное пособие). Изд-во Рязан. гос. радиотехн. ун-та. Рязань, 2016. 64 с.
3. Паклин Н.Б. Орешков В.И. Бизнес-аналитика: от данных к знаниям (+ CD): учеб. пособие. 2-е изд., испр. - СПб.: Питер, 2013. -704с.: ил.

Секция 1. ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

ОБОСНОВАНИЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВАКАНСИЙ НА ОСНОВЕ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

И.С. Лебедева, И.А. Музюкин
Научный руководитель - М.А. Бакулева
канд.техн.наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Исследование влияния системы профессионального образования на параметры развития цифровой экономики в регионах РФ могут осуществляться в различных направлениях: выявление состояния системы профессионального образования как института, обеспечивающего человеческими ресурсами цифровую экономику региона; выявление потребностей отдельных отраслей экономики в специалистах, обладающих соответствующими компетенциями для работы в цифровой экономике. Целью данного исследования является обоснование математической модели, позволяющей произвести автоматизированное распределение выпускников по направлениям профессиональной деятельности на основе компетентностного подхода.

- Разработанные на базе предложенной модели алгоритмы позволяют автоматизировать процесс интерпретации результатов обучения в нотации компетентностного подхода (в качестве математической модели использован аппарат нечеткой логики, что позволило соотнести количественный показатель качественную характеристику уровня освоения компетенций) [1].
- Представленные алгоритмы позволяют интерпретировать результаты по критериям максимума и минимума, что позволяет вычислять анализируемые показатели по различным комбинациям укрупненных групп [2].

Предложенная модель позволяет на основе оценок выпускников по различным компетенциям произвести назначение на определенные вакансии, по критерию максимального соответствия требованиям уровня освоения компетенций у предприятий-работодателей.

Постановка задачи:

Пусть $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ – множество выпускников,

$V = \{v_1, v_2, \dots, v_m\}$ – множество вакансий

$K = \{k_1, k_2, \dots, k_p\}$ – множество компетенций

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_j\}$ – множество дисциплин

$O_s = \{o_1, o_2, \dots, o_j\}$ – множество оценок выпускника по дисциплинам

Необходимо распределить выпускника $s \in S$ на вакансию $v \in V$.

Для этого каждой компетенции $k \in K$ ставится в соответствие множество дисциплин D . А затем для каждой компетенции $k \in K$ вычисляются оценки O_k по формуле (1).

$$O_k = \frac{\sum_{d \in D} O_{s_i}(d)}{d}, \quad (1)$$

$i = \overline{1, n}$, где n – количество выпускников

Далее каждой вакансии $v \in V$ ставится в соответствие множество компетенций K . Для каждой вакансии вычисляются оценки Ov по формуле (2).

$$Ov_j = \sum_{v \in V} Ok(v_j), \quad (2)$$

$j = \overline{1, m}$, где m – количество вакансий.

Необходимо назначить $s \in S$ на вакансию $v \in V$ на основании оценок Ov так, чтобы сумма этих оценок была максимальна.

В данном докладе представлены результаты применения данной математической модели и реализация метода решения задачи о назначениях на реальных данных. Таким образом, можно заключить, что предложенная математическая модель, позволяющая произвести автоматизированное распределение выпускников по направлениям профессиональной деятельности на основе компетентностного подхода является обоснованной.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Правительства Рязанской области в рамках научного проекта № 18-410-620002.

Библиографический список

1. Бакулев А.В., Бакулева М.А. Построение ассоциативных правил на основе дифференцирования графовой модели анализируемой выборки. Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 86-88.
2. Авилкина С.В., Бакулева М.А., Клейносова Н.П. МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ БАЗОВОЙ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ВЫБОРКИ ДЛЯ ОЦЕНКИ УРОВНЯ ОСВОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ. Статистика и Экономика. 2018. Т. 15. № 6. С. 26-35. DOI: <http://dx.doi.org/10.21686/2500-3925-2018-6-26-35//>
3. Вайндорф-Сысоева М. Е. Методическая грамотность преподавателя вуза в онлайн-обучении как профессиональная компетенция // eLearning Stakeholders and Researchers Summit 2017. 2017. С. 137-141.
4. Всероссийское исследование «Индекс цифровой грамотности граждан РФ» — проект Региональной общественной организации «Центр Интернет-технологий» (РОЦИТ) [Электронный ресурс]// Режим доступа: [цифроваяграмотность.рф](http://www.digital-literacy.ru)
5. Готова ли Россия к цифровой экономике? / Аналитический центр при Правительстве РФ, 2017. [Электронный ресурс]// Режим доступа: <http://ac.gov.ru/events/013465>.
6. Днепровская Н.В. Оценка готовности российского высшего образования к цифровой экономике. Статистика и Экономика. 2018; 15(4):16-28. <https://doi.org/10.21686/2500-3925-2018-4-16-28>
7. Индикаторы цифровой экономики: 2017: статистический сборник / Г.И. Абдрахманова, Л.М. Гохберг, М.А. Кевеш и др.; Нац. исслед. ун-т «Высшая школа экономики». М.: НИУ ВШЭ, 2017. 320 с.
8. Индекс «Цифровая Россия» [Электронный ресурс]// Режим доступа: https://finance.skolkovo.ru/downloads/documents/FinChair/Research_Reports/SKOLKOVO_Digital_Russia_Resume_2018-10_ru.pdf
9. Хьюзlid М. А., Беккер Б. Е., Битти Р. У. Оценка персонала: как управлять человеческим капиталом, чтобы реализовать стратегию. Пер. с англ. М.: ООО "ИД "Вильямс", 2007. 432 с.

ПРИМЕНЕНИЕ НОТАЦИЙ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ СЕЙМОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

И.В. Медведкова

Научный руководитель – Золотухина Е.Б.

к.т.н., доцент

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В данной статье представлено описание требований к комплексу сейсмотехнологического контроля для промышленных объектов, обеспечивающий комплексный геодинамический мониторинг региона расположения объекта и технологический контроль за естественными и наведенными нагрузками на сооружения объекта.

Основными целями комплекса сейсмотехнологического контроля (далее кСТК) для промышленных объектов являются:

- стандартизация подхода к сейсмотехнологическому мониторингу общей и микросейсмической активности в зоне расположения промышленных объектов;
- обеспечение геодинамического мониторинга геодинамических состояний в реальном масштабе времени;
- обеспечение контроля в реальном масштабе времени за динамическими нагрузками на здания и сооружения объекта, от естественных (сейсмических) воздействий, так и технологических;
- повышение достоверности информации о сейсмологических и технологических событиях о сейсмологических и технологических событиях при эксплуатации и продления срока службы промышленных объектов;
- повышение сейсмической безопасности зданий и сооружений промышленных объектов, оценка состояния сооружений объекта, после слабых и критических воздействий;
- снижение количества ложных срабатываний аварийно-технологических систем объектов.

Для достижения целей представленных кСТК должен обеспечивать сбор данных измерений с датчиков, хранение, доступ и отображение данных в различные периоды эксплуатации, в целях обеспечения сейсмотехнологической безопасности износостойкости сооружений и продления срока службы[1].

В рамках данных работ разрабатывается комплекс, содержащий минимальную конфигурацию объектов сейсмотехнологического контроля, состоящую из 5 сейсмических станций с 3 датчиками в каждой.

Для описания работы системы на разных ее уровнях, необходимо использование комплексного подхода. Первостепенно, необходимо формализовать описание системы. Существует множество нотаций моделирования, однако именно нотация ArchiMate позволяет описывать архитектуру системы на 3х уровнях: бизнес-слой, слой приложений и технологический слой. ArchiMate предоставляет собой мощное и гибкое средство визуального моделирования, которое использует сервисно-ориентированный подход для того, чтобы различать и соотносить бизнес, приложения, технологии и слои архитектуры системы [2].

Основной сервис, который должен предоставлять кСТК: сейсмотехнологический мониторинг, путем обработки данных, полученных с сейсмостанций и технологических регистраций. Далее, применяя метод STA/LTA для выявления потенциальных сейсмических событий и дальнейшей классификации событий, выявленных на этапе обработки данных. Далее представлена схема слоя

приложений кСТК, описывающая мониторинг сейсмотехнологических событий (см. рис. 1).

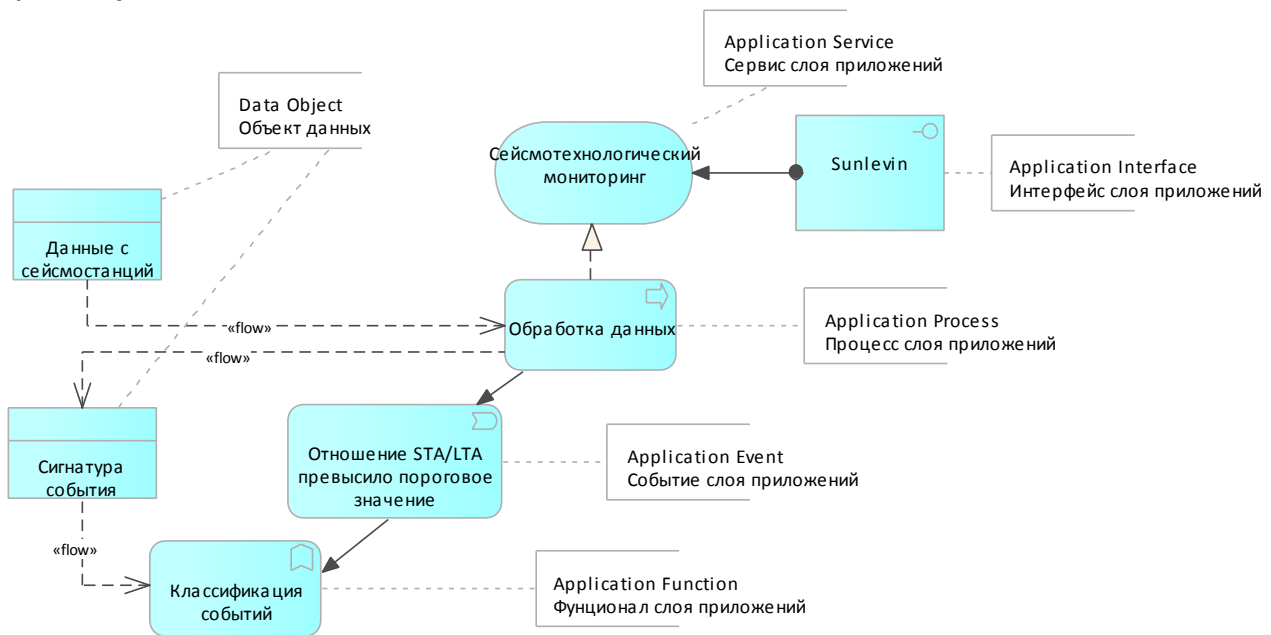


Рисунок 1 - Слой приложений мониторинга сейсмотехнологических событий

На схеме представлены основные элементы слоя приложений: Сервис, Интерфейс, Процесс, Событие, Функционал, Объект данных. Данная схема верхнеуровневая и требует доработки в части бизнес-слоя и технологического слоя. Так же необходимо детализированное описание процесса обработки данных, полученных от сейсмостанций и технологических регистраторов, так как ArchiMate не фокусируется на деталях реализации. ArchiMate не заменяет UML, BPMN или ERD, а дополняет их [3].

Библиографический список

1. СНиП II-7-81*. Строительство в сейсмических районах. Госстрой России, М. 2000;
2. Specification of the ArchiMate 3.0.1 modeling language from The Open Group. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://publications.opengroup.org/standards/archimate/c179>
3. Enterprise Architecture Process: Evolution 2005 [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.gartner.com/doc/486246/gartner-enterprise-architecture-process-evolution>, свободный. – Загл. с экрана.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО В УПРАВЛЕНИИ ИНФОРМАЦИОННЫМИ РИСКАМИ МЕЖДУНАРОДНЫХ ПРОЕКТОВ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Д.А. Ковтун

Научный руководитель – Гусева А.И.

д-р техн. наук, профессор

ФГАОУ ВО Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по управлению информационными рисками международных проектов ядерной энергетики.

При подготовке и осуществление международного проекта возникает потребность в оценке страновых рисков, где сама оценка очень часто выполняется с использованием экспертных методов оценки риска, а также связана с высокой долей субъективизма при интерпретации прогнозов

относительно политической ситуации в стране. Наилучшим образом ответить на вопросы относительно настроения в стране помогут различные информационные источники, которые содержат информацию по различным тематикам, в различных форматах, а также позволят проследить жизненный цикл каждого конкретного политического риска, начиная от момента зарождения потенциально опасной ситуации до момента ее разрешения или дальнейшей эскалации конфликта.

Одним из путей решения поставленной задачи, является разработка комплексных подходов по управления рисками современного предприятия в целях повышения его конкурентоспособности, в том числе и на международном рынке на основе использования информационно-семантического поля [1].

Несмотря на то, что в настоящее время термин «информационный риск» нашел широкое применение, пока не существует общепринятой трактовки этого понятия. Очень часто информационный риск сводят к риску информационной безопасности.

Однако данный термин необходимо рассматривать в ключе информационных потоков, которые генерируются не только внутри, а также вне системы, порой и вне поля зрения предприятия, но в тоже время могут оказывать существенное влияние на деятельность предприятия.

В работе информационный риск понимается более широко, как возможность возникновения убытков или ущерба для предприятия с использованием информационных технологий.

Для оценки рисков на первом этапе необходимо выявить и классифицировать все риски, которые могут повлиять на реализацию проекта, но так как общепринятой классификации не существует, то в работе приведены оригинальные реестр факторов рисков проекта и реестр информационных рисков [2].

После того как проделаны шаги по идентификации рисков реализуется алгоритм оценки рисков, который в условиях неопределенности оценки параметров разделен на несколько этапов:

- анализ сценариев, учитывающий варианты будущего развития событий;
- выявление чувствительных параметров, влияющих на риск;
- применение метода Монте-Карло для оценки эффективности реализуемого проекта.

На рисунке 1 представлен алгоритм оценки рисков на языке UML.

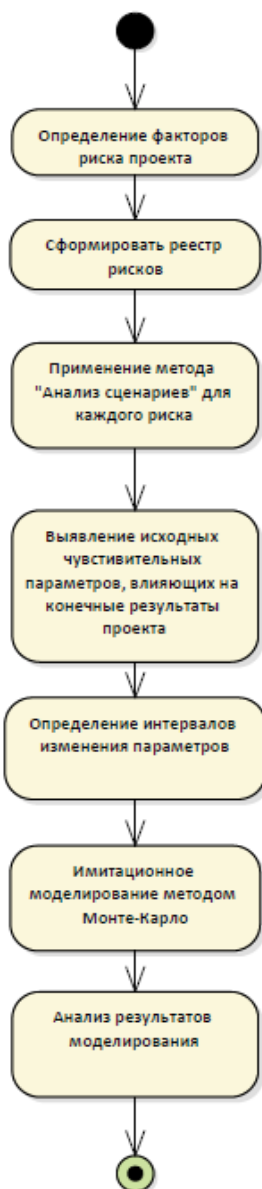


Рисунок 1 – Алгоритм оценки рисков

В результате заказчик и исполнитель проекта получают интерпретируемую модель оценки информационных рисков с возможностью обновления основных параметров с высокой частотой, которая недостижима для экспертных подходов при оценке информационных рисков. Такой подход позволит определить и представить численную оценку влияния информационного риска на ход реализации проекта и учитывать его при расчетах экономической эффективности.

Библиографический список

1. Грачева М.В., Секерина А.Б. Риск - менеджмент инвестиционного проекта. - ЮНИТИДАНА, М., 2009г. – 544 с.
2. Guseva. A.I., Koptelov M.V., Kovtun D.A. The use of automated systems for economic analysis of NPP construction projects in light of risk impact assessment. - IEEE International Russian Automation Conference (RusAutoCon), 2018, P. 1-5.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕАКЦИИ НА РИСКИ В ПРОЕКТАХ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТА НЕЙРОННОЙ СЕТИ

А.В. Лебедева

Научный руководитель – Гусева А.И.

д-р техн. наук, профессор

Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

Данная работа посвящена решению важной научно-практической задачи проектного управления, а именно оценке и прогнозированию рисков. На основе получаемой в рамках анализа информации, разрабатываются защитные меры для снижения опасности реализации рисков. В литературе практически отсутствуют сведения о выборе способов защиты от различных видов риска в проектах по разработке программного обеспечения (ПО). Для разработки контрмер необходимо знать, на какой стадии жизненного цикла находится разработка ПО и по какой причине возникает риск. Такие исследования имеют крайне ограниченный характер [1].

Ранее авторами были выявлены группы факторов рисков [2]. Современные процессы управления требуют принятия решений в рамках слабоструктурированных динамических систем, где связи взаимосвязанных частей не могут быть описаны функционально. Для проведения бизнес-моделирования таких систем, которые демонстрируют качественный характер связей взаимосвязанных частей, аналитики используют специальные системные модели, называемые когнитивными картами [3].

На основе выявленных факторов была построена когнитивная карта, представленная на рисунке 1.

Данная когнитивная карта отражает взаимосвязь и взаимозависимость факторов риска между собой.

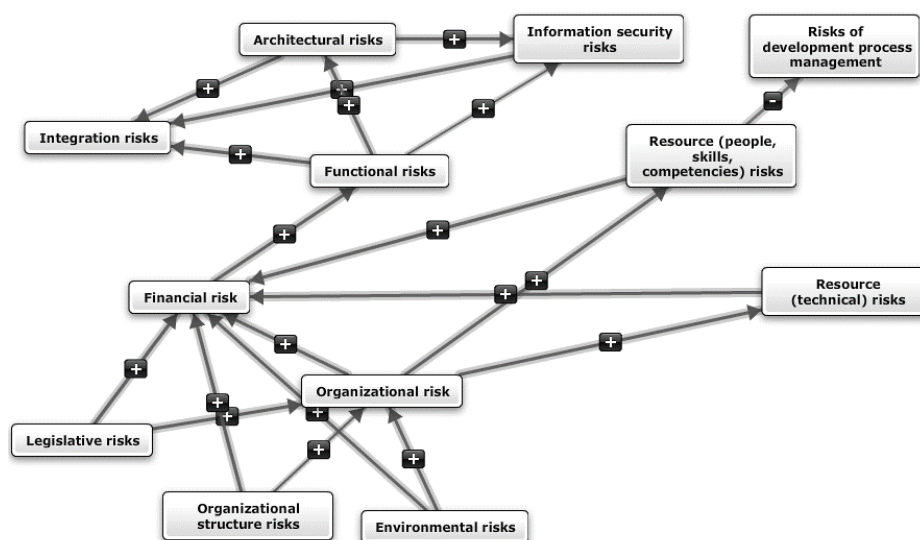


Рисунок 2 - Когнитивная карта факторов риска

Знак плюс, указанный на дугах, означает, что увеличение фактора-причины увеличивает фактор-следствие, а знак минус означает, что уменьшение значения фактора-следствия в следствии увеличения значения фактора-причины. При использовании соответствующей веб-аналитики, можно отслеживать, как изменение значения одного фактора риска окажет влияние сразу на несколько других факторов риска [4]. Своевременная оценка такого влияния будет способствовать принятию своевременных контрмер на проекте по разработке ПО.

Для каждой подобной группы факторов рисков существует свой перечень угроз, который может быть реализован через уязвимости. Для каждой уязвимости на основе экспертной оценки проставляется вероятность возникновения, а для каждой угрозы критичность реализации.

Данный подход используется совместно со средствами машинного обучения [5], что позволяет достичь еще более точных результатов за счет накопления

исторических данных о проектах, а также уменьшает трудоемкость использования за счет внедрения автоматизированных средств.

В дальнейшем предполагается апробация подхода на реальных проектных данных с последующей обработкой, визуализацией и интерпретацией результатов.

Библиографический список

1. Lebedeva A.V. Cognitive maps for risk estimation in software development projects/ A.V. Lebedeva, A.I. Guseva// Advances in Intelligent Systems and Computing, 2020, Volume 948. pp.295-304

2. Lebedeva A.V. Risk factors in software development projects. In: Education and science: based on the materials of the international scientific-practical conference №11-5 (27), pp 72-74. Journal of scientific conferences, Tambov (2017).

3. Samsonovich A.V., Ascoli G.A. Cognitive map dimensions of the human value system extracted from the natural language. In Advances in Artificial General Intelligence (Proc. 2006AGIRI Workshop), ed. by Goertzel B. (IOS Press, Amsterdam), 2007, pp. 111-124.

4. Kireev Vasiliy S., Smirnov Ivan S., Tyunyakov Victor S. Automatic Fuzzy Cognitive Map Building // 8th Annual International Conference on Biologically Inspired Cognitive Architectures, BICA 2017 (Eighth Annual Meeting of the BICA Society), held August 1-6, 2017 in Moscow, Russia Online System Procedia Computer Science, Volume 123, 2018, Pp. 228-233, doi.: 10.1016/j.procs.2018.01.035

5. Lebedeva A.V. Algorithm of risk response formation in software development projects based on neural network. In: New information technologies in scientific research: materials of the XXIII all-Russian scientific and technical conference of students, young scientists and specialists, pp 236-238. Ryazan state radio engineering University, Ryazan (2018).

ПРИМЕНЕНИЕ PTV VISSIM ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ ДОРОЖНЫХ ЗАТОРОВ

Д.С. Савин

Научный руководитель – Цуканова Н.И.

кандидат техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.
Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов, раскрывающих работу PTV Vissim для устранения заторов на проблемных участках дорожной сети.

Программный пакет PTV Vissim представляет собой взаимодействие двух компонент друг с другом с помощью интерфейса, в котором происходит обмен данными измерений детекторов и данными о состояниях систем регулирования. В результате получается графическое видео изображение движения средств транспорта в режиме реального времени и предоставление изменяющихся во время моделирования различных транспортно-технических параметров, например, распределение времени в пути и времени ожидания, дифференцированных по группам пользователей, количество проехавших транспортных средств, принадлежащих к различным классам, длина затора средняя, длина затора максимальная, параметры ускорения, время задержки транспортных средств, средняя скорость движения и т.д.

Модель транспортного потока в PTV Vissim имеет парадигму следования за впереди идущим транспортным средством (ТС), с целью отображения движения в колонне за впереди идущим ТС по одной полосе движения и модель смены

полосы движения. Логика регулирования движения ТС находится в функциональной взаимосвязи от транспортного движения и моделируется при помощи внешних программ signal heads и signal stop установок (установки регулирования движения при помощи светофоров, режимов их работы). Пользователь-моделист сам определяет настройки и тип временных интервалов, необходимых для проведения работы. (от одной до одной десятой секунды). Получив значения, описанные ранее, и интервалы времени, PTV Vissim при помощи логического аппарата Data Collection Results выводит состояние всех систем регулирования для следующего шага имитации и вносит их в имитацию транспортного потока. На дорогах с большим количеством полос (многополосных проезжих частях) транспортные средства с предполагаемым «водителем» берут в расчет не только транспортные средства, находящиеся перед ними, но и те, что едут на соседних полосах движения, что является существенно важным. «Водителя» также придает особое значение светофору, которых находится в 100 м перед достижением Stop signal (стоп-линии), что можно задать в исходных параметрах.

Библиографический список

1. Евстигнеев И.А. Интеллектуальные транспортные системы на автомобильных дорогах федерального значения России. М.: Изд-во «Перо», 2015. — 164 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ СТРОК

М. А. Лащилин

Научный руководитель – Пруцков А. В.

д-р техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф.Уткина**

Несмотря на то, что существуют доказательства правильности работы алгоритмов обработки строк и теоретическая оценка их эффективности, имеется довольно мало исследований, которые с практической точки зрения рассматривают данные алгоритмы.

Тем самым мы хотим исследовать алгоритмы обработки строк относительно их практического применения, а также их возможной оптимизации. За основу были взяты алгоритмы поиска подстроки, поиска строки со скользящим окном, выравнивания и т. д. [1].

Целью данной работы является разработка программного обеспечения, реализующего представленные алгоритмы обработки строк, а также расчёт метрик представленных алгоритмов.

В качестве предполагаемого решения проблемы предполагается реализация алгоритмов на языке программирования Java в соответствии с требованиями, представленными в учебнике [2]. Далее требуется определить метрики, на основе которых будет проводиться исследование выполненных эталонных реализаций. В качестве метрик для изучения планируется взять как те, которые применимы для алгоритмов в целом (например, использование времени центрального процессора), так и те, которые применимы конкретно для строковых (время выполнения при разных значениях отношения между числом выполненных сравнений и длиной текста). Для данных эталонных реализаций необходимо произвести измерение параметров, которые позволят затем рассчитать представленные метрики, рассматриваемых алгоритмов.

В конечном итоге предполагается получить программное обеспечение, реализующее алгоритмы обработки строк, а также параметры работы алгоритмов для расчета метрик. Затем на основе данных значений удастся выделить наиболее оптимальные алгоритмы. Кроме того при внимательном изучении зависимостей различных метрик от тех или иных параметров, а также входных данных предоставляется возможность оптимизации выполненных эталонных реализаций.

В дальнейшем полученные результаты планируется использовать при написании учебника по информатике, где будут представлены реализованные алгоритмы. Кроме того будет уделено внимание исследованным характеристикам. Это поможет студентам, изучающим алгоритмы обработки строк по данному учебнику, лучше разобраться с деталями реализации, а также сравнить свои собственные реализации с приведенными в книге.

Библиографический список

1. Crochemore, M., Hancart, C., Lecroq, T.. Algorithms on Strings, Cambridge University Press, 2007.
2. Пруцков А. В. Программирование на языке Java. Введение в курс с примерами и практическими заданиями: учебник. — М.: КУРС, 2018. — 208 с.

ИНТЕРФЕЙС ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ИМПОРТА ДАННЫХ В ДОКУМЕНТ ПЛАНИРОВАНИЯ БЮДЖЕТИРОВАНИЯ

Т.А. Дмитриева, Е.С. Колунатова

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В данном докладе будет рассмотрена разработка интерфейса программного средства, обеспечивающего импорт данных из программы Excel в программу 1С:Предприятие для заполнения документа планирования бюджетирования [1].

Исходный файл в формате Excel *.xls имеет следующий вид (рисунок 1).

Статья	Менеджер	Регион	Комментарии	Оборот	Наценка	Себестоимость	Маржа
Итого:				420 784	46%		
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Вакансия	Итого		100 000	12%		
		Кемеровская область		320 784	34%		
	Суворов Максим Сергеевич	Итого		89 392	13%		
		Новосибирская область		89 392	13%		
	Фролов Александр Анатольевич	Итого		500 000	79%		
		Алтайский край		300 000	23%		
		Алтай Респ		200 000	56%		
	Морозов Владислав Юрьевич	Итого		100 000	13%		
		Омская область		100 000	13%		
	Капитанок Павел Александрович	Итого		100 000	46%		
		Томская область		100 000	32%		
	Угенинов Максим Юрьевич	Итого		100 000	32%		
		Красноярский край		100 000	14%		
	Коротаев Иван Вячеславович	Итого		100 000	14%		
		Кемеровская область		200 000	78%		
	Чеглаков Алексей Владимирович	Итого		100 000	64%		
		Тыва Респ		100 000	14%		
		Хакасия Респ		100 000	23%		
	Карелов Никита Юрьевич	Итого		320 784	23%		
Новосибирская область		Б2Б	320 784	23%			
отгрузка ТОН с осн.ск.	Вакансия	Итого		641 568	79%		
		Кемеровская область		320 784	23%		
	Суворов Максим Сергеевич	Итого		320 784	56%		
		Новосибирская область		320 784	23%		
	Фролов Александр Анатольевич	Итого		641 568	56%		
		Алтайский край		320 784	32%		
		Алтай Респ		320 784	13%		
	Морозов Владислав Юрьевич	Итого		320 784	23%		
		Омская область		320 784	23%		

Рисунок 1 – Вид исходного документа в формате Excel

На платформе 1С:Предприятие в качестве программного средства используется объект метаданных обработка. Интерфейс разрабатываемой обработки включает в себя два раздела настроек: настройки для XLS (исходного файла Excel) и

настройки для УТ (конфигурации 1С Управление торговлей). Интерфейс состоит должен содержать следующие компоненты и функционал.

1. «Файл для загрузки» позволяет добавлять ранее подготовленный файл с информацией о планировании.

2. «Документ планирования» позволяет добавлять или создавать новый документ планирования в системе 1С.

3. «ЦФО» (центральный федеральный округ) позволяет указывать центр финансовой ответственности к документу планирования.

4. «Организация» дает возможность выбора организации, если работа осуществляется в холдинге.

5. «Ответственный» позволяет установить ответственного за исполнение бюджета.

Также в настройках должна быть указана графа «Период с:». В этой графе пользователь может выбрать период самостоятельно, а также из настроек: год, квартал, месяц. Там же необходимо указывать признак «Годовой бюджет».

В обработке должна отображаться табличная часть, состоящая из полей: СтатьяДиР (статья доходов и расходов), Менеджер, Регион, Комментарий.

Обработка должна предоставлять следующий функционал. При нажатии на кнопку Загрузить из XLS должны быть загружены данные из файла *.xls в табличную часть. А при нажатии на кнопку «Заполнить ЦФО Получатель в документе» должны быть интегрированы данные из табличной части в документ планирования с заполнением ЦФО получателя. интерфейс также должен позволять сохранять настройки (кнопка «Сохранить настройки»).

Интерфейс обработки представлен на рисунке 2.

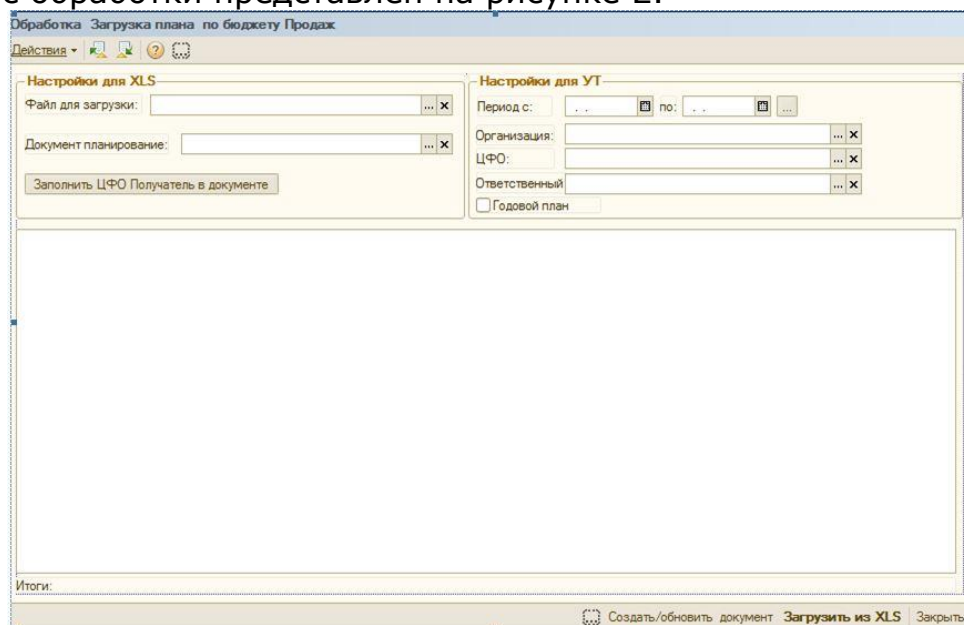


Рисунок 2 – Интерфейс обработки Загрузка плана по бюджету Продаж

Данные бюджета, загруженные в документ планирования в 1С имеют следующий вид (рисунок 3).

Бюджет: документ планирования: Проведен (Версия 1)

Действия: [Иконки] Перейти [Иконка] Ввести корректировку [Иконка] Утвердить

Номер: РСК-000224 от 19.04.2019 Организация: Рельер-Центр СКПАД

Бюджет: [Иконка] План продаж (П/П) [Иконка] План поступлений от поставщиков (БОН) [Иконка] Бюджет расходов на рекламу и маркетинговые программы (БРР) [Иконка] Бюджет административно-хозяйственных расходов (БХАР) [Иконка] План плановых клиентских расходов (П/КР)

Бюджетоделатель: Дивизион Волга

Интервал планировк.: Месяц

Период планировк.: Май 2019

Ответственный: Ступинин Денис

Статьи Дир: Дир ДДС

Статьи бюджета: Продажи

Статья Дир	Сотрудник	Комментарий	Оборот	Наценка в %	Себестоимость
ЦФОПолучатель	Регион				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Анцупов Дмитрий Витальевич		1 800 000	35,53	1 328 119
Дивизион Волга	Ивановская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Анцупов Дмитрий Витальевич		650 000	36,78	475 216
Дивизион Волга	Костромская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Анотин Виктор Валентинович		7 914 537	33,78	5 916 004
Дивизион Волга	Архангельская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Анотин Виктор Валентинович		5 500 000	35,31	4 064 740
Дивизион Волга	Калининградская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Дабенко Денис Игоревич		2 300 000	37,60	1 671 512
Дивизион Волга	Нижегородская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Забровский Игорь Олегович		3 000 000	37,86	2 174 228
Дивизион Волга	Владимирская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Пылов Илья Игоревич		3 800 000	37,60	2 761 628
Дивизион Волга	Нижегородская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Машкина Яна Станиславовна		3 400 000	39,44	2 433 325
Дивизион Волга	Ярославская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Савкин Александр Владимирович		1 000 000	37,88	724 743
Дивизион Волга	Владимирская область				
отгрузка канцтоваров с осн.ск.	Савкин Александр Владимирович		1 700 000	36,78	1 242 072
Дивизион Волга	Костромская область				

document планировк... Б... Проведен (Версия 1)

Для получения подсказки нажмите F1

Печать по умолчанию Печать ОК Записать Закрыть

CAP NUM

Рисунок 3 - Бюджет План Продаж в документе планирования

Библиографический список

1. Гартвич А.В. 1С:Предприятие 8.3. Практическое планирование закупок, производства и продаж в 1С:Предприятие 8. – М.: ООО «1С-Публишинг», 2007.

ТЕСТИРОВАНИЕ РАЗРАБОТАННОГО ПРОГРАММНОГО СРЕДСТВА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ОСНОВАМ АЛГОРИТМИЧЕСКИХ ЯЗЫКОВ ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Т.А. Дмитриева, Д.А. Палагин

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В данном докладе будет рассмотрено тестирование разработанного программного средства, которое позволяет обучать школьников и студентов основам алгоритмического языка программирования на примере языка Паскаль. Тестирование программного обеспечения – процесс исследования, испытания программного продукта, имеющий две различные цели: продемонстрировать разработчикам и заказчикам, что программа соответствует требованиям и выявить ситуации, в которых поведение программы является неправильным, нежелательным или не соответствующим спецификации [1].

Протестируем выборочно операции согласно логике работы приложения.

На главной форме программы находятся все необходимые инструменты для построения блок-схемы алгоритма программы.

Для примера возьмем программу, реализующую алгоритм вычисления длины отрезка:

```

Var x1, y1, x2, y2, d: real;
Begin
  Writeln('введите A(X1, Y1) и B(X2, Y2) ');
  Readln(x1, y1, x2, y2);
  d:=Sqrt(Sqr(y2-y1)+Sqr(x2-x1));
  Writeln('длина отрезка |AB|=', d);
End.

```

Согласно правилам построения, схема алгоритма должна иметь следующий вид (рисунок 1).

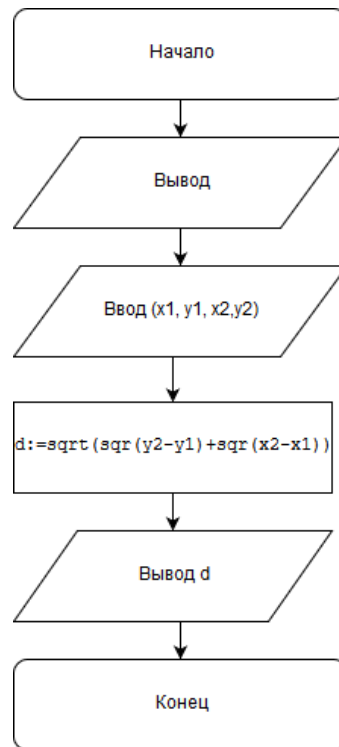


Рисунок 1 – Схема алгоритма нахождения длины отрезка

Для сравнения с ожидаемым результатом, в поле «код программы» необходимо вставить код алгоритма нахождения длины отрезка, выбрать язык программирования, на котором написан вставленный код, и нажать кнопку «построить». Результат работы программы представлен на рисунке 2.

Building block diagram

Файл Примеры Учебный материал Помощь О программе

Основное
Язык программы: Pascal

Текущая подпрограмма: Main

```

begin
  writeln('введите A(X1,Y1) и B(X2,Y2):');
  readln(x1,y1,x2,y2);
  d:=sqrt(sqrt(y2-y1)+sqrt(x2-x1));
  writeln('длина отрезка |AB|=',d);
end.
  
```

Код программы

```

var x1,y1,x2,y2,d:real;
begin
  writeln('введите A(X1,Y1) и B(X2,Y2) ');
  readln(x1,y1,x2,y2);
  d:=sqrt(sqrt(y2-y1)+sqrt(x2-x1));
  writeln('длина отрезка |AB|=',d);
end.
  
```

Рисунок 2 – Результат построения схемы алгоритма

В поле «текущая подпрограмма» находится вся необходимая информация текущей подпрограммы. На поле, отображения блок-схемы, появилось графическое представление алгоритма. Для проверки соответствия блока блок-схемы конкретному оператору, необходимо нажать на одну из строк подпрограммы в поле «текущая подпрограмма», после которого, произойдет выделение блока, соответствующего выбранному оператору. В случае, если

оператор имеет длинное описание (более определенного количества символов), оно записывается сокращенно. Двойной клик правой кнопкой мыши на блок, вызывает подсказку с указанием полного описания оператора.

Аналогично был проверен весь функционал разработанного программного средства и сделан вывод о том, что оно функционирует согласно предъявляемым требованиям и полностью работоспособно.

Библиографический список

1. Бубнов А.А, и др. Тестирование программного обеспечения – Курск, 2019.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТА ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

И.С. Федюкин

Научный руководитель – Белов В.В.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Большая часть лабораторных и практических работ для студентов, получающих образование по направлениям обучения, связанным с программированием, представляют собой реализацию какого-либо программного обеспечения. Большая часть времени преподавателей уходит на проверку качества оформления и структурирования кода, а также на проверку корректности его работы при передаче на вход корректных, некорректных, а также специфичных данных. Так как это, по большей части, часто полностью повторяемая работа, то можно автоматизировать, полностью или частично, этот процесс, что может дать преподавателю больше времени непосредственно для общения и работы со студентом, а не его кодом и лабораторной работой.

Аналогичные проверки необходимо выполнять участникам команд разработки крупных проектов для кода, который должен быть включен в разрабатываемый продукт. Ввиду быстрого роста и развития индустрии для автоматизации этих действий были разработаны множество методологий как для разработки, так и для бизнес-процессов, происходящих внутри команд. Одной из подобных методологий является практика непрерывных интеграций (continuous integration, сокращенно CI), которая, в данный момент, является общепринятым стандартом в области разработки программного обеспечения для крупного бизнеса [1].

Так как в обоих случаях большая часть проверок представляет собой проверку качества исходного кода программного обеспечения [2], то принципы непрерывных интеграций могут быть также использованы для выполнения проверки качества лабораторных работ, с некоторыми доработками и поправками на малый масштаб и особенности построения учебного процесса.

В докладе рассматривается процесс проектирования и разработки программного комплекса для автоматизации проверки качества лабораторных работ студентов. Сам программный комплекс должен представлять собой веб-приложение, которое должно иметь возможности масштабирования и расширяемости. Ядром статического анализатора кода является программный комплекс SonarQube, который может быть сконфигурирован под различные языки программирования с использованием большого количества правил [3]. Для проверки непосредственно правильности работы алгоритмов будут использоваться тесты и методология Test Driven Development [4], которые будут выполняться внутри сервера непрерывных интеграций. Управление всеми

частями приложения будет выполняться через пользовательский интерфейс в браузере.

Библиографический список

1. Erik Kral, Petr Capek. Towards Using Continuous Integration Tools to Teach Programming Courses: сборник публикаций конференции. – М.: 2015 International Conference on CSCI, 2016. – 1-2 с.
2. Habr, Что такое качество кода и зачем его измерять. – <https://habr.com/ru/post/205342/>, дата обращения: 27.09.2019.
3. SoftwareGarden, SonarQube as an education platform. – <http://softwaregarden.io/sonarqube-education-platform/>, дата обращения: 27.09.2019.
4. Proceedings of the 13th annual conference on Innovation and technology in computer science education, Test-driven development in education: experiences with critical viewpoints. – <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=1597849.1384306>, дата обращения: 29.09.2019.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ОБУЧЕНИЯ ИНОСТРАННОМУ ЯЗЫКУ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИРТУАЛЬНОГО СОБЕСЕДНИКА

С.Г. Комаров

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

В настоящее время существует множество образовательных систем для изучения иностранных языков, но их функциональность, как правило, ограничена структурированным набором материалов для самостоятельного изучения. Одним из важнейших аспектов изучения иностранного языка является практическое применение полученных теоретических знаний, например, общение с носителем языка или опытным преподавателем, что может требовать значительных финансовых затрат и приводить к формированию затруднений у обучающихся, имеющих замкнутый психологический тип личности.

Разрабатывается интеллектуальная система для изучения английского языка с использованием виртуального собеседника, которая будет выполнять следующие задачи:

- распознавание естественного языка, используемого пользователем, в том числе, с использованием сокращений слов и словосочетаний, принятых в неформальной переписке;
- анализ введенного текста с целью выявления семантики;
- формирование ответа на сообщения пользователя с использованием интеллектуального подхода, ориентированного на входные данные (data-driven).

Функции системы разделены в зависимости от прав доступа. Пользователь взаимодействует с виртуальным собеседником, настраивает процесс обучения и просматривает статистику. Администратору предоставлены стандартные функции по управлению учетными записями пользователей и формированию сводной отчетности.

Поскольку обработка естественного языка требует проведения значительного количества вычислений, система разделена на две части – клиентскую и серверную. Клиентская часть выполняется в виде мобильного приложения. С клиентской частью непосредственно взаимодействует пользователь с помощью визуального интерфейса; она выполняет взаимодействие с серверными

компонентами. Серверная часть системы разделена на несколько подсистем: подсистема обработки естественного языка, подсистема ведения базы данных, подсистема аутентификации и авторизации пользователей и подсистема обработки REST-запросов. Клиентская часть системы реализуется с помощью фреймворка React Native, обеспечивающего кроссплатформенную разработку под мобильные устройства. Серверная часть реализуется на языке Python с использованием фреймворка Django и библиотеки NLTK для обработки естественного языка. Разработка производится с использованием сред разработки WebStorm и PyCharm.

Ожидается, что разрабатываемая система позволит повысить эффективность изучения иностранных языков с помощью имитации реального общения.

АДАПТИВНОЕ МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ-АССИСТЕНТ ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

А.В. Маркелов

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Здоровый образ жизни активно захватывает интересы современного общества, однако, для того чтобы придерживаться его, требуется прилагать определенные усилия [1]. Выполняется разработка адаптивного мобильного приложения, выполняющего роль виртуального помощника в ведении здорового образа жизни, позволяющего осуществлять:

- генерирование индивидуальной программы тренировок, соответствующую пожеланиям пользователя;
- формирование статистики по прогрессу или регрессу пользователя;
- контроль выполнения программы тренировок;
- геймификация процесса прохождения тренировочной программы, с целью облегчения адаптационного процесса.

Пользователь, взаимодействуя с ассистентом, может выбрать тренировочную программу из уже имеющихся в базе, а также сгенерировать программу тренировок индивидуально под свои пожелания. Также ассистент помогает соблюдению плана тренировок через систему поощрений и оповещений, уведомляя пользователя о тех или иных достижениях.

Решение реализуется как клиент-серверное приложение. Клиентская часть представляет собой кроссплатформенное мобильное приложение, которое осуществляет сбор исходных данных и взаимодействие с пользователем по оказанию помощи в соблюдении выбранной им программы тренировок. Серверная часть обеспечивает анализ пользовательских данных с использованием дообучаемого в процессе работы нейросетевого ядра, которое позволяет генерировать программы тренировок, основываясь на пожеланиях, возможностях и текущих физических данных пользователя [2].

Мобильный ассистент и его серверные компоненты реализуются на языках программирования Java, Python и JavaScript с использованием шаблона MVC и фреймворков Angular2+, React Native и Spring в среде IntelliJ Idea.

Таким образом, разрабатываемое приложение-ассистент должно сократить адаптационный период при переходе на здоровый образ жизни, а также помочь

пользователю придерживаться выбранной программы тренировок для достижения поставленной цели.

Библиографический список

1. Абдуллаев В.Г., Чуба И.В., Аскеров Т.К. Мобильные приложения для здоровья // Радиоэлектроника и информатика. – 2014. – №1(64). – С. 58-59.
2. Головнин О.К., Маркелов А.В. Нейроассистент для составления индивидуального плана тренировок // Перспективные информационные технологии (ПИТ 2019): труды Междунар. конф. – Самара: Изд-во Самарского научного центра РАН, 2019. – С. 240–242.

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ**

Е.В. Сидорова

Научный руководитель – Головнин О.К.

канд. техн. наук, доцент

**Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П. Королева**

Предприятия, задействованные в процессах организации дорожного движения, осуществляют деятельность, направленную, в первую очередь, на обеспечение безопасности для всех участников движения. В целях повышения безопасности дорожного движения разрабатывается автоматизированная система прогнозирования дорожно-транспортных происшествий (ДТП), позволяющая осуществлять прогнозирование наступления таких видов ДТП, как:

- столкновение;
- опрокидывание;
- наезд на стоящее транспортное средство, наезд на препятствие;
- наезд на пешехода, наезд на велосипедиста, наезд на животное;
- иные виды ДТП.

Функции пользователей разрабатываемой системы разделены в зависимости от прав доступа. Администратор имеет возможность ведения баз данных, в которых содержится информации о погоде и ситуации на улично-дорожной сети. Функции специалиста включают возможность запуска прогнозирования, сохранения в базе данных результата прогнозирования, экспортирования в текстовый документ отчета о прогнозировании, просмотр отчетов, вызов экстренных служб.

Система взаимодействует с данными, находящимися на удаленном сервере, анализирует данные с камер видеонаблюдения и производит вычисление вероятностей наступления ДТП по видам ДТП.

Подсистема анализа видеозаписей использует заранее обученную свёрточную нейронную сеть, получающую на вход видеозапись с камеры, находящейся на выбранном участке улично-дорожной сети. Выходные данные этой подсистемы заносятся в отчет и подаются на вход подсистемы профайлинга.

Подсистема профайлинга использует заранее обученную рекуррентную нейронную сеть, получающую данные из баз данных и подсистемы анализа видеозаписей. Подсистема профайлинга рассчитывает количественную оценку вероятности возникновения ДТП определенного вида.

Система реализуется на языке программирования Python в среде PyCharm. Для разработки интерфейса используется PyQt5. Целевая платформа – Windows. Для

Рисунок 1 - Диалоговые окна программного комплекса «Альтаир»

Обработка полученных результатов осуществлялась в программном комплексе *SPSS Statistics 17.0*.

Исследование взаимосвязи между агрессией и мотивацией достижения успеха изучалось с помощью корреляционного анализа.

Были сформулированы следующие гипотезы: H_0 – между мотивацией и агрессией корреляционной связи не существует; H_1 – между мотивацией и агрессией существует корреляционная связь.

В ходе проведения корреляционного анализа были получены следующие результаты: между чувством вины и мотивацией, существует взаимосвязь (корреляция), т.к. уровень значимости $p \approx 0,01$ принимается гипотеза H_1 о наличии корреляционной связи. Коэффициент корреляции при этом $r = 0,32$, что означает, что корреляция является слабой и прямой, то есть при увеличении чувства вины мотивация возрастает.

Остальные виды агрессии с мотивацией не коррелируют, в корреляционной таблице между ними гипотеза H_0 , однако наблюдается взаимосвязь между самими видами агрессии.

Косвенная агрессия коррелирует с негативизмом, корреляция является слабой и обратной, $r = -0,36$ – то есть с увеличением косвенной агрессии негативизм уменьшается; с обидчивостью корреляция является средней и прямой, $r = 0,43$ – то есть с увеличением косвенной агрессии, увеличивается обидчивость.

Физическая агрессия коррелирует с обидчивостью, корреляция является слабой и прямой, $r = 0,31$ – то есть с увеличением физической агрессии, увеличивается обидчивость; с чувством вины корреляция является слабой и прямой, $r = 0,30$ – то есть с увеличением физической агрессии, увеличивается чувство вины.

Раздражительность коррелирует с обидчивостью, корреляция является слабой и прямой, $r = 0,36$ – то есть с увеличением раздражительности, увеличивается обидчивость; с чувством вины корреляция слабая и прямая, $r = 0,30$ – то есть с увеличением раздражительности, увеличивается чувство вины.

Обидчивость коррелирует с подозрительностью, корреляция является слабой и прямой, $r = 0,31$ – то есть с увеличением обидчивости, увеличивается подозрительность.

Чувство вины коррелирует с обидчивостью, коррелиция является средней и прямой, $r = 0,43$ – то есть, с увеличением чувства вины, увеличивается обидчивость.

Подозрительность коррелирует с чувством вины, корреляция является слабой и прямой, $r = 0,30$ – то есть с увеличением подозрительности, увеличивается чувство вины.

В результате проведенного экспериментального исследования, гипотеза о наличии корреляционной связи между агрессией и мотивацией после обработки экспериментальных данных подтвердилась только в отношении одного вида агрессии - чувства вины. Остальные виды агрессии, по результатам эксперимента, с мотивацией не коррелируют.

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ НА МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВАХ

Н.А. Тярт

Научный руководитель – Благодаров А.В.,

К.Т.Н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Целью разрабатываемого решения является повышение простоты и доступности проверки зрения для простых пользователей. Были проанализированы текущие решения – различные Интернет-ресурсы и приложения, содержащие в себе разнообразные тесты для зрения. В данных решениях был выявлен ряд недостатков:

1. В большинстве решений представлены далеко не все возможные виды тестов.

2. В половине случаев результаты проведенных тестов не сохраняются совсем, в другой половине – сохраняются, но никак не анализируются.

3. Большинство не учитывает различие размеров дисплеев устройств, на которых проводятся тесты.

4. Ни одно решение не пытается откалибровать тесты под особенности конкретного пользователя.

С учетом вышесказанного, было решено начать разработку приложения для мобильных устройств, устраняющего перечисленные недостатки и добавляющего ряд новых функций. Создаваемое решение призвано повысить точность измерений и предоставить качественный анализ динамики зрения пользователей, сохранив при этом удобство и простоту тестирования.

В работе рассматриваются особенности и тонкости реализации различных видов офтальмологических тестов на мобильных устройствах – смартфонах. Затрагиваемые вопросы связаны как с достоинствами и недостатками смартфонов, так и с особенностями самих тестов.

В разрабатываемом программном обеспечении реализованы семь видов тестов, включая стандартный тест на остроту зрения, тесты контрастности и цветовосприятия, а также некоторые специфичные тесты.

Библиографический список

1. Щербакова О.А. Стоит ли доверять проверке зрения через интернет? [Текст] / О.А. Щербакова // Современная оптометрия. – 2017. – № 3. – С. 40-50.

2. Кладов Г.К. Аprobация компьютерных тестов для проверки зрения [Текст] / Г.К. Кладов, А.С. Винокуров, Л.В. Подригало, Т.Ю. Мителева // Вестник НТУ «ХПИ». Сборник научных трудов. Темати-ческий выпуск: Информатика и моделирование. – 2004. – № 34. – С. 73-78.

3. Рожкова Г.И. Основные типы зависимости остроты зрения от расстояния у человека в разном возрасте по результатам дискрими-нантного анализа [Текст] / Г.И. Рожкова, В.С. Токарева, Д.П. Никола-ев, В.В. Огнивов // Сенсорные системы. – 2004. – № 4. – С. 330-338.

4. Патраль А.В. Проверка остроты зрения [Текст] / А.В. Патраль // Евразийское научное объединение. – 2017. – № 11. – С. 38-41.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ УСПЕШНОСТИ ОБУЧЕНИЯ В ВУЗЕ И РЕЗУЛЬТАТОВ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

Е.И. Полоско, А.С. Дроздовский

Научный руководитель – Алёхина А.Э.

к. экон. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

С 2008 года вступительные испытания в форме централизованного тестирования были введены в вузах РБ вместо экзаменационных испытаний. Исключения составляют творческие экзамены, экзамены по литературе и некоторые другие при поступлении на сокращенный срок обучения [1]. Несмотря на многолетний опыт проведения централизованного тестирования в республике до сих пор обсуждаются его плюсы и минусы. Преимущества такой формы поступления могут быть обоснованы результатами анализа взаимосвязи вступительных испытаний и успешности обучения в вузе.

В работе анализируются зависимость результатов централизованного тестирования и оценки обучения в вузе для студентов инженерно-экономического факультета БГУИР. Для анализа зависимости оценки обучения в вузе и результатов вступительных испытаний были построены эконометрические модели для специальностей экономика электронного бизнеса и электронный маркетинг.

Выборочные данные охватывают результаты двух сессий (8 и 9 экзаменов) и централизованного тестирования 230 студентов инженерно-экономического факультета указанных специальностей. В качестве экзогенных переменных выбраны баллы двух вступительных испытаний: математика (*ТМ*) и русский (белорусский) язык (*ТЯ*), а также форма обучения (бюджетная или платная, *ПБ*). Последний фактор моделировался бинарной переменной: 0 – бюджетная форма, 1 – платная форма. Эндогенной переменной является рейтинг студента (R_1, R_2), определяемый как средний балл по результатам двух сессий. Во второй модели в качестве экзогенной переменной был выбран средний балл тестирования (*ЦТ*). Для приведения результатов тестирования к сопоставимому виду, баллы тестирования были переведены в десятибалльную шкалу. Результаты моделирования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты моделирования

№	Модель
1	$R_1 = 4,92 - 0,82 \cdot ПБ + 0,21 \cdot ТМ + 0,23 \cdot ТЯ + \varepsilon_i$ <small>1,3·10⁻² 9,3·⁻⁴ 9,6·10⁻⁴</small>
2	$R_2 = 5,02 - 0,91 \cdot ПБ + 0,43 \cdot ЦТ + \varepsilon_i$ <small>1,1·10⁻² 1,99·10⁻⁸</small>

Все коэффициенты являются статистически значимыми на 5% уровне значимости, о чем свидетельствуют *p*-level для *t*-статистики, указанные под значением коэффициента в таблице. Построенные регрессионные модели полностью соответствуют основным модельным предположениям: остатки модели гомоскедастичны и имеют нормальное распределение, отсутствует автокорреляция. Оценки статистического качества моделей приведены в таблице 2.

Таблица 2 - Критерии качества моделей

№	R	R ²	p	DW	r(ε ₁ ,ε ₂)	F - статистика Уайта	p	χ ²	p
1	0,81	0,65	<0,05	1.82	0.088	1,99	0,74	8,01	0,09
2	0,79	0,64	<0,05	1,7	0,11	1,68	0,17	5,18	0,39

Коэффициенты модели имеют наглядную интерпретацию. Увеличение среднего балла централизованного тестирования на 10 влечет увеличение успеваемости на 0,43 балла (для модели 2). Значение коэффициента при фиктивной переменной, отражающей форму обучения, означает, что средняя оценка обучения студентов платной формы в среднем ниже на 0,82(1) и 0,91 (2), чем у студентов

бюджетной формы. На основании моделей можно утверждать, что успешность обучения в вузе на 65% (64%) определяется факторами модели, т.е. зависит от результатов вступительных испытаний и формы обучения и 35% (36%) - определяется университетским обучением.

С помощью модели (2) построен прогноз оценки успеваемости студента в вузе в зависимости от баллов ЦТ (табл. 3).

Таблица 3 - Прогноз успеваемости студентов на основании баллов ЦТ

Балл ЦТ	30	50	70	80	90
Средний балл 1 курса	5,79	6,79	7,80	8,31	8,81

Получено, что средний балл по итогам первого года обучения принимает значение выше 5, если средний балл по тестам составляет 30 и выше. Начиная с 50 баллов, прогнозируемая оценка в вузе практически совпадает с этим значением.

Таким образом, в результате проведенных исследований установлено: результаты централизованного тестирования не всегда являются определяющим фактором успешности обучения в вузе. Однако для специальностей экономика электронного бизнеса и электронный маркетинг имеет место статистическая зависимость между экзаменационными оценками и результатами ЦТ. Это дало основание построить эконометрические модели и определить нижний порог оценки вступительных испытаний, обеспечивающих успешное обучение в университете.

Библиографический список

1. Абламейко, М.А. Связь результатов централизованного тестирования и среднего балла документа о довузовском образовании абитуриентов с их успеваемостью при обучении в БГУ/С. В. Абламейко, М. А. Журавков, В. В. Самохвал Л. М. Хухлындина, А. С. Шибут // Вышэйшая школа. – 2014. – №5. с. 11 – 15.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНТЕРАКТИВНЫХ ПРОГРАММ ТРЕНАЖЕРОВ В ОБУЧАЮЩЕМ ПРОЦЕССЕ

В. В. Буданова

Научный руководитель – Борзенко А. Е.

к. т. н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Интерактивные программные тренажеры можно условно разделить на контролирующие и обучающие тестовые программы. Обучающие тренажеры в процессе педагогической деятельности помогают учащимся лучше усваивать материал. Текущее программное обеспечение дает возможность разрабатывать приложения с использованием различных мультимедийных возможностей, таких как изображения, схемы, видео и т.д. В свою очередь контролирующие тренажеры помогают облегчить процесс проверки уровня знаний учащегося, которые он получил в ходе освоения им материала.

Тренажер в образовательном процессе – устройство для обучения, которое по условиям выполнения психологических и дидактических требований, должно иметь три принципиальные и необходимо важные части: конструктивную, модельную и дидактическую.

Конструктивная часть должна представлять собой виртуальный аналог рабочего места оператора. Модельная часть отвечает за воссоздание работы оборудования путем моделирования происходящих в нем операций.

Дидактическая часть представляет собой рабочее место преподавателя с программой оценки и контроля действий обучающегося или систему автоматизированного контроля над работой обучающегося.

Использование интерактивных программных тренажеров может быть вызвано множеством различных причин: высокой ценой и малым количеством оснащения, которое может быть применено в образовательном процессе, большими расходами на использование реального оборудования, недостаточным количеством времени для обучения персонала работе со сложными техническими комплексами, большими трудозатратами на изменение параметров используемого оборудования, невозможностью модификации текущего программно-технического комплекса.[1]

В настоящее время используется множество терминов, обозначающих автоматизированную обучающую систему, которые, по сути, являются схожими. Наиболее распространенные из них:

- система дистанционного обучения (СДО);
- автоматизированная система дистанционного обучения (АСДО);
- автоматизированная система обучения (АСО);
- обучающая программа;
- обучающая система. [2]

Интерактивные автоматизированные тренажеры относятся к замкнутым системам.

Интерактивные замкнутые тренажеры могут различаться по сферам применения. Рассмотрим несколько примеров таких тренажеров:

Имитационные (авиасимуляторы, навигационные тренажеры). Это тренажеры, симулирующие для пользователя реальную среду и, имитирующие сложности и тонкости управления реальными системами управления. Например, такие как Flight Simulator от Microsoft, который благодаря реалистичному управлению и физике используется в летных школах.

Тестирующие-обучающие (иностранные языки, арифметические тренажеры). Наиболее большими функциональными возможностями и высокой эффективностью в учебном процессе обладают системы, где используется обратная связь между учащимся и обучающей системой. [3]

Также АОС могут быть программами, которые применяют комплексный подход. В зависимости от выбора результата система не только проверяет полученные данные, а также использует игровые ситуации и на основе ответа формирует следующий вариант задания в игровой форме, с помощью гибкого общения с пользователем. Примером таких программ может быть Lingualeo – сервис для изучения английского языка.

Рассмотренные автоматизированные системы дают возможность выбрать индивидуальный подход к обучению, а также новые варианты и возможности для изучения материала.

Библиографический список

1. Воронин А. А., Горячевская И.В. Автоматизированная система обучения работе с системой контроля версий «GIT» // Радиоэлектроника и информатика, выпуск № 3 (62), 2013. – С.32-35.

2. Мельников А.В., Цытович П.Л. Принципы построения обучающих систем и их классификация, выпуск № 2, 2001. – С.2-4.

3. Лященко Н.И. Анализ моделей компьютерных обучающих систем. Построение подмоделей в компьютерной системе повышения квалификации специалистов // Фундаментальные исследования.– № 10–10, – 2013. – С. 2153-2157.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНЫХ СПОСОБОВ АНАЛИЗА ЗАГРУЖЕННОСТИ ПЕРСОНАЛА В ПРОЕКТАХ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

К.С. Шленский

Научный руководитель – Бубнов А.А.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматриваются исследования возможных способов анализа загруженности персонала в проектах по разработке программного обеспечения.

При разработке программного обеспечения используют отдельные задачи, будь то исправление ошибок в ПО, разработка нового функционала, запросы от поддержки, написание документации и тому подобное. Таким образом можно сказать, что список задач, представляет из себя то, чем сотрудник будет заниматься ближайшее время.

Так же благодаря списанию времени на задачи можно понять, как много времени потратил сотрудник на её выполнение и сколько он отработал человеко-часов за заданный промежуток времени.

Т.к. необходимо найти способ анализировать загрузку сотрудника, то логично, что мы должны основываться на том, что используется в компании, для определения фронта работы сотрудника, а так для учета человеко-часов. Как раз под это и подходят задачи. Они будут удобны благодаря следующему ряду причин.

Каждая задача назначается на конкретного сотрудника, благодаря этому мы сможет анализировать загрузку конкретного сотрудника. На задачи необходимо списывать время, это позволит анализировать время, которое сотрудник тратит на подобные типы задач. Приоритеты задач, зачастую приходится переключаться на различные задачи, в зависимости от их приоритета, таким образом загрузка сотрудника на данный момент времени может меняться. Типы задач, каждую задачу можно отнести к определенному типу, что позволит классифицировать задачи и определить те задачи, с которыми сотрудник больше всего имеет дело и как содействие делает быстрее.

Выше приведен список свойств задач, присущие большинству задач в системах по управлению и контролем проектов, однако для более точной оценки загруженности персонала необходимо дополнительные параметры задач. Сложность задачи – данное свойство позволит более точно оценивать загрузку, т.к. на более сложные задачи требуется больше времени. Возможные риски – каждая новая задача может привести к рискам, к примеру, могут возникнуть сложности с уже существующим функционалом.

Так же необходимо и добавить дополнительные параметры и для сотрудников. Квалификация сотрудника – чем более квалифицирован и опытен сотрудник, тем быстрее он может справляться с поставленными задачами. Количество задач, завершённых сотрудником, относительно типа задача.

Имея общее количество часов, требуемое на задачи за определенный промежуток времени можно определить загрузку сотрудника за этот период времени. Если время на задачи за определенный промежуток времени больше, чем кол-во человеко-часов в промежутке, то загрузка превышена.

СПОСОБЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕДОСТОВЕРНОЙ ИНФОРМАЦИИ НА НОВОСТНЫХ ПОРТАЛАХ

Н.И. Стерлюкин

Научный руководитель – Коротаев А.Н.

канд.техн.наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В данной статье пойдёт речь о недостоверной информации на новостных порталах. В современном мире, такой тип информации получил название "фейк-новости".

Фейковые новости — это информационная мистификация или намеренное распространение мизинформации в социальных медиа и традиционных СМИ с целью введения в заблуждение, для того чтобы получить финансовую или политическую выгоду[1]. Так как в основном люди потребляют информацию с помощью интернета, рассмотрим основные способы выявления "фейковых" новостей на интернет-порталах:

- Анализируйте заголовок статьи — наличие сильно эмоционально окрашенных слов(ужасно, великолепно, отвратительно, гениально) является одним из первых признаков недостоверности представленной информации;
- Просмотрите текст статьи/новости на наличие грамматических ошибок. Зачастую издатели фейк-новостей могут использовать генераторы для создания новостей и, как следствие, в них немало грамматических и орфографических ошибок;
- Проверьте, на что ссылается автор — если у статьи нет ссылок на другие издания или же ссылки на издания с сомнительной репутацией — это может быть признаком фейк-новости;
- Анализируйте содержимое статьи на эмоциональный окрас также как заголовок — чересчур эмоциональное описание какого-либо события может быть признаком необъективного освещения события/персонажа;
- Учитывайте репутацию издания и автора — если издание или автор не раз попадались на использовании ложных фактов или искажении информации — к ним должно быть осторожное отношение;
- Проверяйте доменное имя сайта[2] — зачастую могут быть немного изменены названия крупных авторитетных СМИ, для того, чтобы повысить уровень вашего доверия — всегда следите за правильностью написания имени сайта.

Особое внимание стоит уделить анализу текста на эмоциональный окрас. Данный показатель является основополагающим при анализе текста на недостоверность, т.к. слишком сильно выраженная эмоциональность в тексте может свидетельствовать о необъективности и, как следствие, искажении фактов. Проанализировать эмоциональный окрас текста возможно с помощью:

- Машинного обучения(в основном используется обучение с учителем, т.к. при обучении без учителя сложно добиться хороших показателей);
- Подхода, основанного на правилах и словарях(считается наиболее точным подходом, одним из недостатков которого является большая сложность при составлении исходных словарей и набора правил).

Библиографический список

1. https://ru.wikipedia.org/wiki/Фальшивые_новости

Дата просмотра: 09.10.2019

2. <https://www.mindtools.com/pages/article/fake-news.html>

Дата просмотра: 09.10.2019

ОБЗОР И СРАВНЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЙ ТЕОРИИ ЭФФЕКТИВНОГО РЫНКА И ТЕОРИИ ФРАКТАЛЬНОГО РЫНКА

Е.А. Попова

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Теория эффективного рынка подвергается критике в некоторых современных исследованиях. Авторы показывают, что она не лишена ошибок [1]. Вместе с большим количеством альтернативных гипотез развивается теория фрактальности рынка. основополагающими стали работы Эдгара Петерса «Chaos and Order in the Capital Markets» (1991) [2] и «Fractal Market Analysis» (1994)[3]. Петерс изучал теорию фрактальности финансового рынка и выяснил, что рынки можно описать случайным блужданием - процессом бессистемного изменения курса акций или цен, который нельзя предсказать на базе предыдущих данных. Случайное блуждание подразумевает, что между значениями нет долговременной зависимости или памяти, т.е. предыдущие значения не влияют на последующие.

В своей книге Петерс опровергает нереалистичные предположения теории эффективного рынка, рассматривает рынок как нелинейную динамическую систему которая характеризуется следующими признаками.

1. Долговременная зависимость и тренды.

2. Неустойчивое поведение в конкретный момент времени в конкретных условиях.

3. Самоподобие – временной ряд значений подобен некоторому небольшому приращению этого ряда и обладает с ним одинаковыми или подобными характеристиками (фрактальной структурой).

4. Предсказываемые значения временного ряда тем менее точные, чем они относятся к более дальнему моменту в будущем.

Петерс отмечал, что теория эффективного рынка предполагает, что участники рынка рациональны, последовательны, одинаково оценивают поступающую информацию и реагируют на нее, что приводит к простому дифференциальному уравнению с единственным решением. Однако рынки не являются упорядоченными или простыми, а поведение инвесторов не одинаковое в общем случае. Если бы данные предположения выполнялись, движение цен являлось бы броуновским движением, поскольку изменение цены было результатом большого количества независимых случайных воздействий примерно одинаковой интенсивности. Петерс же показал, что движение цен нельзя описать нормальным распределением.

Верон в 2000 переформулировал теорию эффективного рынка [4].

1. Рынок состоит из большого количества участников, обладающих индивидуальными характеристиками и разным временем реагирования на поступающую информацию.

2. Информация оказывает разное влияние на различные инвестиционные горизонты.

3. Стабильность рынка в значительной степени определяется балансом между потреблением и производством.

4. На образование цен влияют в совокупности кратковременные операции и долговременные операции с большими капиталами.

Таким образом, теория эффективности рынка подвергается обоснованной критике. Выдвигается теория фрактальности рынка, которая сочетает в себе случайную и детерминированную части. Данная теория в настоящее время

является перспективной и может быть применена при решении задачи прогнозирования временных рядов.

Библиографический список

1. Бокс, Дж. Анализ временных рядов. Прогноз и управление / Дж. Бокс, Г. Дженкинс. – М.: Мир, 1974. – 406 с.
2. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков: применение теории хаоса в инвестициях и экономике. – М.: Интернет-трейдинг, 2004.
3. Петерс Э. Фрактальный анализ финансовых рынков. – М.: Интернет-трейдинг, 2004.
4. Weron R. Estimating long-range dependence: finite sample properties and confidence intervals. Hugo Steinhaus Center for Stochastic Methods, Wroc law University of Technology, 50-370 Wroc law, Poland, 2002

АНАЛИЗ РАСЧЕТА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МАТЕРИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПРЕДПРИЯТИЯ

А.Д. Грачев

Научный руководитель – Каширин И.Ю.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматриваются алгоритм расчета эффективности использования материальных средств предприятия, применение которого возможно для решения задач: расчёта количества материальных средств, потраченных в квартале, сравнение квартальных отчетов, расчет какое количество материальных средств выработал цех и себестоимость их работы, расчет чистой прибыли, формирование отчета эффективности материальных средств, рассчитывать заработную плату, вести складской учет, анализ эффективности использования средств.

Без использования сырья и материалов не может быть организовано ни одно производство, следовательно, при рассмотрении любого производства всегда встает вопрос об эффективности их использования как составляющей эффективности производства в целом. Расчет эффективности использования материальных средств предприятия является одной из важных задач для современных предприятий, ведь благодаря руководству любого учреждения сможет эффективно автоматизировать рабочие места. Переход к информационной системе расчета эффективности быстро повысит производительность работы сотрудников, облегчит не только их труд, но и учреждения в целом [1].

В основе любой задачи расчета эффективности лежит планирование. Что является основным для данного метода и широко применяется в нем. Планирование затрагивает основные направления хозяйственной деятельности предприятия — продажи, закупки, производство, управление денежными средствами во взаимодействии между собой. Планирование опирается на прогнозирование спроса, анализ и оценку имеющихся ресурсов, перспектив развития предприятия. Позволяет производить контроль и управление данными, накапливать информацию в виде, позволяющем анализировать деятельность предприятия, осуществлять эффективный расчет использования материальных средств и должна гарантировать простоту и удобство в использовании [2].

Метод расчета заключается в постановке целей деятельности предприятия на заданный период времени, определение путей достижения этих целей и их ресурсного обеспечения. В процессе формируются совокупность планов

направления деятельности, позволяющее провести расчёт эффективности использования материальных средств предприятия.

Использование планирования для расчета эффективности позволяет должным образом формировать данные полученные в ходе расчета.

Библиографический список

1. Береснева Н.В. Унифицированные формы первичных документов // Бухгалтерский учет. – 2016. - № 16. – С. 28 – 34.
2. Губин Б.В. Оборот средств предприятий и эффективность производства. М.: «Мысль», 2015.

ОСОБЕННОСТИ АЛГОРИТМА РАСЧЕТА СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ В 1С БУХГАЛТЕРИЯ 8.3

А.Д. Грачев

Научный руководитель – Каширин И.Ю.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматриваются алгоритм расчета себестоимости на основе 1С Бухгалтерии 8.3, применение которого возможно для решения задачи оптимизации рабочих процессов предприятия по учету точных материалов и полуфабрикатов, поступивших на производство.

Расчет себестоимость продукции является одной из важнейших задач для современных предприятий, ведь благодаря ему формируется ценовая политика и себестоимость в целом. Понятие «себестоимости» включает в себя как ценовую составляющую продукции, так и ее «спецификацию». Кроме того, существует много видов расчета себестоимости, напрямую зависящих от политики предприятия. Алгоритмы расчета и без того сложны, а при учете спецификации продукции становятся гораздо сложнее, но тем не менее широко применяются на большинстве предприятий.

Задачу расчета себестоимости выполняют связи объектов метаданных, формируя в своей совокупности слаженный алгоритм. Такие алгоритмы, в свою очередь, нуждаются в количественных показателях материалов и в цене, определенной учетной политикой организации. Цена, количество и сумма материалов должны быть жестко привязаны к спецификации, иначе расчет их расходных будет не верен. Основная идея, лежащая в основе данного расчета себестоимости, заключается в том, материал должен использоваться в соответствии с продукцией, в которую входит, в соответствии со своей спецификацией [1].

Одним из методов, успешно решающих задачу расчета себестоимости, в 1С Бухгалтерии 8.3 является метод «ФИФО» (First In First Out), который является единственным методом системы. Главной особенностью которого является представление расчета моделью контейнера. Рассчитывает себестоимость в хронологическом порядке их поступления и списания [2].

В старой версии 1С Бухгалтерии, до версии 8.3 в проводках при выбытии товаров или материалов не сформирована сумма, программа просто не увидит ее, а это означает, что нужно, проверить, есть ли в наличии товар на складе, в то время как дата его поступления на склад должна быть меньше чем дата выбытия, что вызывало либо затруднения у работников, либо проблемы при формировании отчетов. В новой версии этот недостаток исправлен.

Библиографический список

1. Гартвич А.В. 1С: Бухгалтерия 8 – как на ладони. Издание 5. 240 с.
2. Положение по бухгалтерскому учету «Учетная политика организации» ПБУ 1/98, утвержденное Приказом Минфина России от 09.12.16 № 60н // Консультант Плюс.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКОМ ЗАЯВОК С ПРИОРИТЕТАМИ

Д.Д. Герасимов

Научный руководитель – Толстогузов А.Б.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.
Уткина**

Информационная система (ИС) – это любая организованная система сбора, хранения и передачи информации. Определение понятия «информационные системы» связано с компьютерными технологиями. Иными словами, это некий комплекс, подразумевающий работу людей и компьютеров, в результате которой обрабатывается или интерпретируется информация. Данный термин иногда используется и в более ограниченном смысле – для обозначения программного обеспечения, необходимого для запуска компьютерной базы данных, или в качестве определения компьютерной составляющей.

Во многих областях практической деятельности человека мы сталкиваемся с необходимостью пребывания в состоянии ожидания. Подобные ситуации возникают в очередях в билетных кассах, в крупных автовокзалах, при ожидании обслуживающим персоналом автобусов разрешения на выезд или посадку, на телефонных станциях в ожидании освобождения линии абонента, и т.д. Во всех перечисленных случаях имеем дело с массовостью и обслуживанием. Система массового обслуживания (СМО) – система, которая производит обслуживание поступающих в неё заявок. Обслуживание требований в СМО осуществляется обслуживающими приборами. Классическая СМО содержит от одного до бесконечного числа приборов. На основе СМО связанной с ожиданием, в которой может быть не ограниченное число поступающих заявок, при этом ожидающие заявки образуют очередь, построена электронная очередь для обслуживания клиентов.

Электронная очередь – неотъемлемая часть любой сферы обслуживания населения. Каждый день тысячи людей пользуются междугородними автобусами, электричками и т.д. Все они по приходу на автовокзал попадают в очередь.

Современные системы массового обслуживания позволяют управлять потоком клиентов, не задавая им приоритета. Исключения составляют только случаи перенаправления клиента в другое окно, кассу и т.д. Поэтому разработка программы для автоматизации работы электронной очереди является актуальной.

Целью данной работы является автоматизация процесса управления потоком заявок (клиентов) в ИС предназначенной для массового обслуживания. Предметной областью является автовокзал. Разрабатываемая ИС в данном случае предназначена для управления очередью пассажиров с возможностью изменения приоритетов.

Для достижения поставленной цели в работе реализованы следующие задачи:

– формирование базы данных, содержащей:

- 1) сведения о пассажирах;
- 2) сведения об автобусных маршрутах;
- 3) сведения об остановках на маршруте;

4) сведения о парке автобусов.

- назначение приоритетов клиентам в зависимости от времени их рейса;
- формирование алгоритма позволяющего обслуживать очередь с приоритетами;
- сбор данных по обслуживанию.

Разрабатываемая информационная система предназначена для сокращения времени обслуживания клиентов и увеличения числа обслуживаемых клиентов. Приложение должно структурировать информацию о клиентах, приходящих на пункты обслуживания, а также предоставлять возможность получать повышенный приоритет при необходимости.

ПРОБЛЕМЫ ОБРАБОТКИ ПОТОКОВОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СВЁРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В РЕАЛЬНОМ ВРЕМЕНИ

Н.Р. Балабанов

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д-р техн наук., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.
Уткина**

Рязанский государственный радиотехнический университет, г. Рязань

Свёрточные нейронные сети предназначены для обработки изображений – поиска каких-либо паттернов, закономерностей или преобразования изображений. Задача обработки видеоряда в реальном времени также может быть решена с помощью этого типа нейронных сетей путем обработки каждого кадра или кадров через некоторый интервал времени.

Обработка видеопотока таким способом сводятся к двум проблемам – обеспечение достаточного быстродействия системы обработки и достаточного качества её работы.

Свёрточная нейронная сеть – весьма затратная по требуемой вычислительной мощности система. Для обработки изображения 100 на 100 пикселей сетью, содержащей 5 уровней (приемлемое количество уровней для подобного типа сетей) – потребуется сделать примерно 50000 операций без учёта свертки или постобработки.

В стандартном видеопотоке содержится 24 кадра на одну секунду, следовательно, от системы обработки несжатого изображения будет требоваться делать более 1200000 операций в секунду. Подобная вычислительная мощность не всегда доступна – поэтому необходимы способы увеличения производительности.

Первый, и самый очевидный вариант, уменьшение разрешения видеоряда – кадры 50 на 50 пикселей при тех же условиях потребуют приблизительно 300000 операций в секунду: уменьшая разрешение вдвое, можно увеличить производительность в четыре раза. Однако такое сжатие сильно ударит по качеству обработки – будут безвозвратно теряться мелкие детали и особенности кадров. Из этого способа исходит другой – обработка не всего кадра, а лишь части – к примеру, только заранее обозначенные области купюры на наличие водяных защитных знаков. Проблема данного метода – поиск подобных областей, так как не во всех задачах заранее известны положения нужных частей кадров (например, лиц людей на кадрах с уличной камеры).

Второй способ – обработка не всех кадров видеопотока, а кадров через определённый интервал – например, обработка каждого четвёртого кадра или кадра через каждую 0.3 секунды. Этот способ позволяет избавиться от лишних действий, когда известно, что происходящее на видео изменяется с достаточно маленькой скоростью. Однако для обработки видеоряда с резкими и хаотичными изменениями наблюдаемого объекта этот метод не подходит.

Таким образом, комбинируя данные методы, можно оптимизировать системы обработки изображений на основе нейронных сетей даже для систем с низкой вычислительной мощностью.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

А. В. Белякова, Л. А. Пономарева, О. Н. Ромашкова

ГАОУ ВО г. Москвы «Московский городской педагогический университет»

Оценка качества образования образовательной организации (ОО) состоит из трех групп оценок: учебного процесса (УП), структуры ОО, качества управления УП.

Основная характеристика учебного процесса - рейтинг обучающихся, который учитывает учебный труд и личностные достижения. Личностная оценка включает понятия умений, навыков, познавательной активности, мыслительной деятельности и т. д. Оценка учебного труда складывается из полученных баллов за выполнение лабораторных работ, посещения лекций, прохождения тестов и т. д. Критерии могут иметь как количественные, так и качественные характеристики. В рамках специальных программ обучения важность (значимость) критериев не одинаковая. Например, для одной и той же образовательной организации для спортивных специальностей и математических значение оценок по математике имеет разную важность и вносят разный вклад в общую оценку учебного процесса [1].

Постановка задачи: построить математическую модель, оперирующую множеством альтернатив $F(f_j)$, которые подлежат оценке и ранжированию. В качестве альтернатив рассматривается список студентов. Вектор компетенции $f_i(x_{ij})$ определяет успешность обучающегося (критерии альтернативы). Где x_{ij} - инициативность, работа в команде, участие в олимпиадах, отметки за освоение дисциплин, определенное место в соревнованиях и т. д. Где $i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n}; «m»$ - количество альтернатив, « n » - число критериев, участвующих в оценке альтернативы.

Цель: получить ранжированный список $F(f_j): f_i(x_{ij}) \rightarrow F^*(f_j)$, где $F^*(f_j)$ - список студентов, упорядоченный по убыванию общей оценки достижений.

Решение: для решения был применен метод свертки [2]. Лингвистически описанные критерии по определенному правилу [3] сопоставлялись с балльной шкалой. Так как каждый критерий имеет нечетко выраженное обозначение, проводилось шкалирование элементов множества. Фрагмент нормирования приведен на рисунке 1.

Критерии	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	Ср. геом-е	НВП	Шкала	Шкала 1-10	
Участник олим.	X1	1,00	0,14	3,00	0,25	2,00	1,00	1,00	3,00	0,25	2,00	5,00	3,00	1,2773764	0,06805	2,05	3,699	
Участ в спорт соревн	X2	7,00	1,00	8,00	1,00	5,00	5,00	2,00	5,00	0,33	9,00	7,00	7,00	3,5535071	0,1893	4,95	8,933	
Член профсоюза	X3	0,33	0,13	1,00	0,14	0,33	0,20	3,00	0,14	0,20	0,50	3,00	1,00	0,4675483	0,02491	0,84	1,524	
Повышенная стип.	X4	4,00	1,00	7,00	1,00	7,00	5,00	9,00	7,00	5,00	9,00	5,00	7,00	5,00	4,6581847	0,24815	5,54	9,997
Стипендия	X5	0,50	0,20	3,00	0,14	1,00	0,33	0,33	0,33	0,14	0,20	3,00	0,14	1,00	0,434096	0,02312	0,79	1,434
Публикация НС	X6	1,00	0,20	5,00	0,20	3,00	1,00	7,00	5,00	5,00	7,00	7,00	0,33	5,00	2,007042	0,10692	3,59	6,489
Участие в науч. Конф.	X7	1,00	0,50	0,33	0,11	3,00	0,14	1,00	0,33	0,20	1,00	3,00	0,33	0,33	0,5143549	0,0274	0,87	1,567
Волонтерство	X8	0,33	0,20	7,00	0,14	3,00	0,20	3,00	1,00	0,14	5,00	7,00	5,00	5,00	1,2315968	0,06561	2,85	5,140
Донорство	X9	0,25	3,00	5,00	0,20	7,00	0,20	5,00	7,00	1,00	9,00	9,00	7,00	7,00	2,4958934	0,13296	4,67	8,421
Благотворительность	X10	0,50	0,11	2,00	0,11	5,00	0,14	1,00	0,20	0,11	1,00	5,00	0,20	0,20	0,4581585	0,02441	1,20	2,163
Летние лагеря	X11	0,20	0,14	0,33	0,20	0,33	0,14	0,33	0,14	0,11	0,20	1,00	1,00	0,25	0,259332	0,01382	0,34	0,610
Творч конкурсы	X12	0,20	0,14	1,00	0,14	7,00	3,00	3,00	0,20	0,14	5,00	1,00	1,00	0,17	0,6757149	0,036	1,69	3,054
Участник общ-го движ	X13	0,33	0,14	1,00	0,20	1,00	0,20	3,00	0,20	0,14	5,00	4,00	6,00	1,00	0,7389604	0,03937	1,71	3,085
Итого		16,65	6,91	43,67	3,84	44,67	16,56	38,67	29,55	12,78	53,90	60,00	41,01	35,95	18,77	1		
Lmax		17,0187																
ИС		0,334892																
ОС		0,22476																

Рисунок 1 - Нормирование элементов множества критериев

Далее определялся вес каждого критерия ω_j , производилась оценка альтернатив по каждому критерию. Пример расчета вектора оценки $F(f_i(x_{i1})) = (f_1(x_{11}), f_2(x_{21}), \dots, f_m(x_{m1}))$ приведен на рисунке 2.

x1	f1	f2	f3	f4	f5	f6	f7	f8	f9	f10	Ср. геом-е	НВП
f1	1	1	4,69	4,69	1	1	4,69	1	4,69	4,69	2,165640783	0,16485
f2	1	1	4,69	4,69	1	1	4,69	1	4,69	4,69	2,165640783	0,16485
f3	0,21322	0,21322	1	1	0,21322	0,21322	1	0,21322	1	1	0,461757097	0,03515
f4	0,21322	0,21322	1	1	0,21322	0,21322	1	0,21322	1	1	0,461757097	0,03515
f5	1	1	4,69	4,69	1	1	4,69	1	4,69	4,69	2,165640783	0,16485
f6	1	1	4,69	4,69	1	1	4,69	1	4,69	4,69	2,165640783	0,16485
f7	0,21322	0,21322	1	1	0,21322	0,21322	1	0,21322	1	1	0,461757097	0,03515
f8	1	1	4,69	4,69	1	1	4,69	1	4,69	4,69	2,165640783	0,16485
f9	0,21322	0,21322	1	1	0,21322	0,21322	1	0,21322	1	1	0,461757097	0,03515
f10	0,21322	0,21322	1	1	0,21322	0,21322	1	0,21322	1	1	0,461757097	0,03515
Итого	6,066098	6,066098	28,45	28,45	6,0661	6,0661	28,45	6,0661	28,45	28,45	13,1369894	1
Lmax	10											
ИС	-2E-16											
ОС	-1,3E-16											

Рисунок 2 - Оценка функции альтернатив по первому критерию

Рассчитывалась степень предпочтения альтернативы обобщенному критерию (рисунок 3).

$$\mu_{Fi}(f_i) = \sum_{j=0}^m f_i(x_{ij}) \omega_j$$

	x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	Итоговые значения	
F1	0,068048	0,189301	0,024907	0,248148	0,023125	0,106918	0,027400452	0,065609	0,132959973	0,024407	0,013815004	0,035996	0,039366	5,213001	
F2	4,69	9,93	0	10,99	2,43	0	2,56	0	0	0	0	1,61	4,05	0	1,4058781
F3	0	0	2,52	0	0	0	0	6,14	0	3,16	0	0	4,08	0	0,7033417
F4	0	9,93	0	0	2,43	0	0	0	9,42	3,16	1,61	0	0	0	3,2877994
F5	4,69	0	2,52	10,99	2,43	7,48	2,56	0	0	0	0	4,05	0	0	4,1809328
F6	4,69	0	0	0	0	0	0	6,14	0	3,16	1,61	0	4,08	0	0,9819622
F7	0	0	2,52	0	2,43	0	2,56	0	0	3,16	0	4,05	0	0	0,412015
F8	4,69	9,93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2,1988993
F9	0	0	2,52	10,99	0	0	0	0	0	0	0	4,05	0	0	2,9357024
F10	0	9,93	0	10,99	0	7,48	0	6,14	0	0	1,61	0	4,08	0	5,9923473

Рисунок 3 - Фрагмент таблицы с результатами расчета степени предпочтения альтернатив

Затем выбиралась альтернатива с максимальной степенью предпочтения.

Библиографический список

1. Пономарева Л. А., Ромашкова О. Н., Василук И.П. Концептуальная модель изменения рейтинговой оценки вуза. – М.

В сборнике Международной научно-практической конференции: «Методы, механизмы и факторы международной конкурентоспособности национальных экономических систем»: в 2 частях. 2017. С. 75-77.

2. Ponomareva L. A., Permyakov E. A., Kumskov M. I. Fuzzy classification and fast rules for refusal in the QSAR problem. – Pattern recognition and image analysis (advances in mathematical theory and applications). – 2011. – v. 21. – № 3. p. 542-544.

3. Ponomareva L. A., Permyakov E. A., Kumskov M. I. Fuzzy classification and fast rejection rules in the structure-property problem. – Pattern recognition and image analysis (advances in mathematical theory and applications), 2013. – v. 23. – № 1. – p. 130-138.

ПРОТОТИП ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

А. В. Белякова, Л. А. Пономарева, С. В. Чискидов

ГАОУ ВО г. Москвы «Московский городской педагогический университет»

Математическая модель оценки достижений обучающегося в образовательной организации [1] была реализована в прототипе информационной системы (ИС),

которая содержит модуль электронного портфолио [2]. Модуль разработан на платформе «1С: Предприятие 8.3». В базе данных (БД) ИС хранится вся информация об обучающихся. На основании этих данных оценивается учебная и внеучебная деятельность. Модуль электронного портфолио позволяет получить ранжированный список студентов по кафедрам и специальностям.

Реализация модели: информация о видах достижений использовалась для метода анализа иерархий [3]. В «1С: Предприятие 8.3» предмет конфигурации «Отчет» считается прикладным и предназначен для отображения алгоритмов, которые, используя механизмы поддержки данного объекта, дают пользователю возможность преобразовать и вывести требуемые выходящие сведения. В частности, существующий предмет конфигурации «Отчет», включает всевозможные таблицы выходящей информации, консолидированных информации, диаграмм и пр. Был написан код для оригинальной конфигурации многофункционального отчета в варианте консолидированной таблицы с одновременным расчетом значимости отображаемых параметров (рисунок 1).

Наименование	Донорство Рейтинг	Пожертвования Рейтинг	Работа в детском лагере Рейтинг	Итого Рейтинг
Донорство		2,00	0,11	2,11
Пожертвования	0,13		0,11	0,24
Работа в детском лагере	2,00	3,00		5,00
Итого	2,13	5,00	0,22	7,35

Рисунок 1 - Фрагмент матрицы парных сравнений общественных достижений (ОД)

Далее происходит оценка значимости каждого критерия путем попарного сравнения и составляется матрица, размер которой равен количеству хранящихся в БД достижений. Составляющими значениями матрицы является интенсивность проявления элемента иерархии. Согласно методу, системой производятся расчеты среднего геометрического, веса, индекс согласованности и отношение согласованности.

Аналогичные таблицы формируются для спортивных и научных достижений.

Наилучшее решение – максимальное. Для матрицы ОД – это «Пожертвования». Этот критерий самый важный при оценке ОД студента, так как его значение равно пяти.

Ниже приведен фрагмент кода расчета оценки критериев (рисунок 2).

```

НаСервере
Процедура ТЗВТЗФорма (МатрНД, ТЗРеквизит, ТЗ)
//МатрОД - таблица значений из запроса, ТЗРеквизит, ТЗ - элемент формы
//МатрОД в ТаблицаРейтинга
ТаблицаРейтинга = Новый ТаблицаЗначений;
ОписаниеПоказателя = Новый ОписаниеТипов ("Строка", Новый КвалификаторыСтроки(50));
ТаблицаРейтинга.Колонки.Добавить ("НазваниеПоказателя", ОписаниеПоказателя);
ЗапросКолонки = Новый Запрос;
ЗапросКолонки.Текст =
"ВЫБРАТЬ
| ВидьНД.Наименование,
| ВидьНД.Код
|ИЗ
| Справочник.ВидьНД КАК ВидьНД";
Выборка = ЗапросКолонки.Выполнить().Выбрать();
сч = 0;
Пока Выборка.Следующий() Цикл
СтрокаТР = ТаблицаРейтинга.Добавить();
СтрокаТР.НазваниеПоказателя = Выборка.Наименование;
сч=сч+1;
стр = Строка(сч);
ТаблицаРейтинга.Колонки.Добавить ("НазваниеПоказателя"+стр,ОписаниеПоказателя,Выборка.Наименование);
КонечЦикла;

МассивСреднихГеометрических = Новый Массив;//
КолСтолб = ТаблицаРейтинга.Колонки.Количество()-1;//
МассивСуммЭлементовСтолбцов = Новый Массив(КолСтолб+2);//
Для счсумм = 0 По КолСтолб Цикл
МассивСуммЭлементовСтолбцов[счсумм] = 0;
КонечЦикла;

```

Рисунок 2 - Фрагмент кода конфигурации системы для расчета значимости критериев

Таким образом, математическая модель оценки достижений обучающихся в ОО имеет инструментальную реализацию на основе разработанной оригинальной конфигурации в «1С: Предприятие 8.3»

Библиографический список

1. Ponomareva L. A., Permyakov E. A., Kumskov M. I. Fuzzy classification and fast rejection rules in the structure-property problem. – Pattern recognition and image analysis (advances in mathematical theory and applications), 2013. – v. 23. – № 1. – p. 130-138.

2. Пономарева Л. А., Ромашкова О. Н., Василюк И.П. Концептуальная модель изменения рейтинговой оценки вуза. – М.

В сборнике Международной научно-практической конференции: «Методы, механизмы и факторы международной конкурентоспособности национальных экономических систем»: в 2 частях. 2017. С. 75-77.

3. Ponomareva L. A., Permyakov E. A., Kumskov M. I. Fuzzy classification and fast rules for refusal in the QSAR problem. – Pattern recognition and image analysis (advances in mathematical theory and applications). – 2011. – v. 21. – № 3. p. 542-544.

ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА СИСТЕМАТИЧЕСКОГО УЧЕТА ДИСЦИПЛИНАРНОЙ ПРАКТИКИ СОТРУДНИКОВ УИС

Жильников Т.А. Скворцова Т.С. Власенко Н.Д.

Академия ФСИН России

Проблема совершенствования воспитательной работы с сотрудниками уголовно-исполнительной системы (УИС) является одной из наиболее актуальных и требующих современного решения. Сотрудник УИС является образцом дисциплинированности и сдержанности. Подобное поведение достигается не только за счет уже имеющихся психологических особенностей личности, но и за счет сформированных в результате эффективной воспитательной работы черт характера. Порядок организации такой деятельности регулирует Приказ Федеральной службы исполнения наказаний от 28 декабря 2010 г. № 555 "Об организации воспитательной работы с работниками уголовно-исполнительной системы".

При проведении воспитательной работы с сотрудниками в уголовно-исполнительной системе особое внимание уделяют следующим задачам:

- поддержание высокого уровня морально-психологического состояния и служебной дисциплины в УИС;
- повышение престижа службы и авторитета работников УИС;
- проведение последовательной научно обоснованной кадровой политики в УИС;
- формирование профессионально компетентных, обладающих организаторскими способностями, инициативных, высоконравственных работников УИС.

Решение задач организации, учета и систематизации дисциплинарной практики было предложено реализовать в системе управления базами данных (СУБД) Access.

Microsoft Access – СУБД, входящая в состав пакета Microsoft Office и имеющая широкий набор функций. Основой любой СУБД является логическая схема данных, отображающая особенности рассматриваемой предметной области в реальном мире.

Реляционная база данных создается в соответствии с проектом канонической модели данных предметной области и состоит из нормализованных таблиц, связанных одно-многочисленными отношениями. В такой базе данных обеспечивается отсутствие дублирования описательных данных, их однократный ввод, каскадное обновление и удаление связанных записей, поддерживается целостность данных средствами системы в целом. Связи между таблицами позволяют выполнить объединение данных из различных таблиц, необходимое для решения большинства задач ввода, просмотра и корректировки данных, получения информации по запросам и вывода отчетов.

Разработанная схема данных имеет вид древообразной схемы. На рисунке 1 видно, что центральным звеном логической структуры является таблица «Анкетные данные», где представлены основные сведения о сотруднике. От этого окна разветвляется множество других звеньев, содержащих дополнительную информацию. Например, полученное образование, дисциплинарные взыскания и поощрения, специальное звание, должность сотрудника, пройденная служба и т.д.

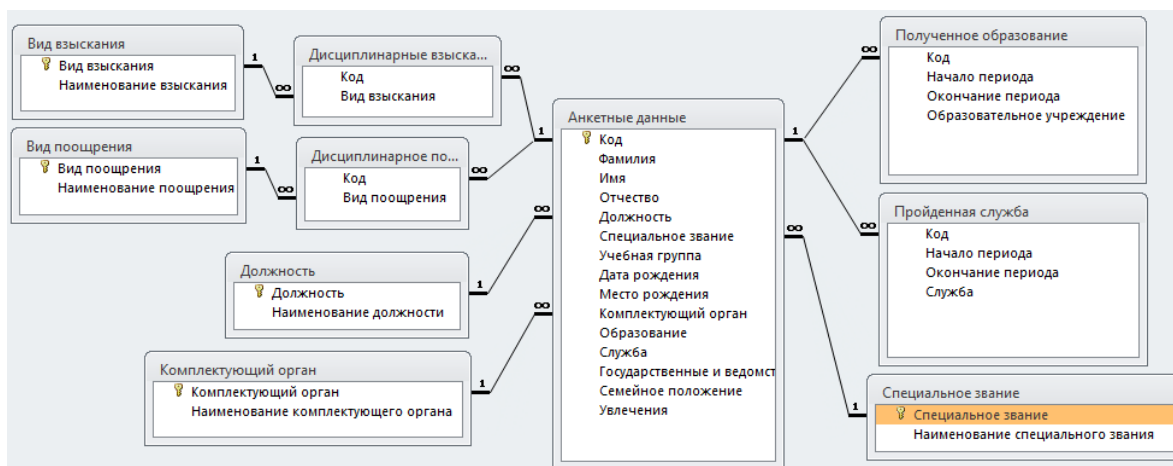


Рисунок 1 - Структура программного обеспечения

Разработанное программное средство, под управлением СУБД Microsoft Access предоставляет следующие возможности: учет (в органах УИС это может быть учет дисциплинарных практик); хранение информации (например, информация о сотруднике, о взысканиях, поощрениях и т.д.); поиск (быстрое ориентирование среди различной информации).

Данные возможности представлены в разрезе взысканий, поощрений по группам, факультетам, подразделениям образовательных учреждений и иных органов уголовно-исполнительной системы.

Пример подобных возможностей приведен на рисунке 2, а именно поиск по фамилии, имени, номеру группы и т.д.

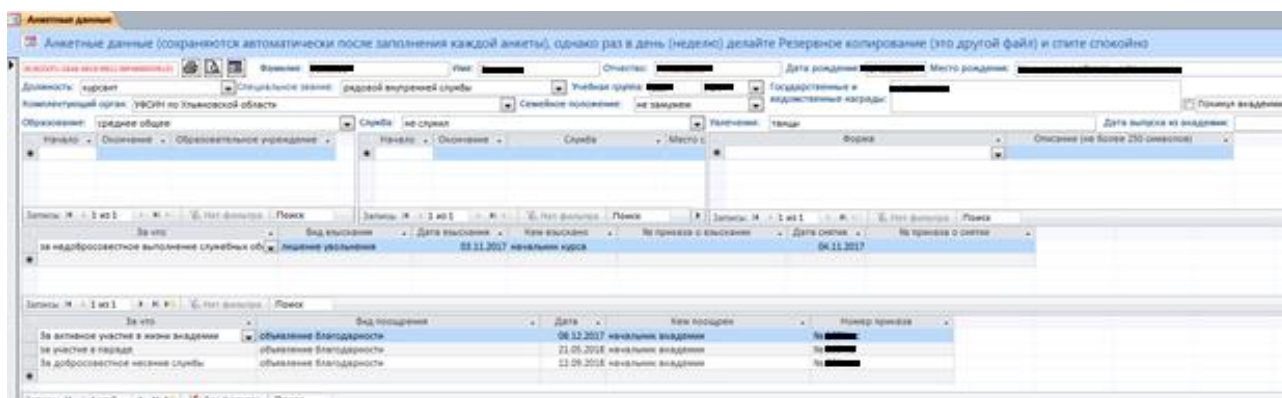


Рисунок 2 - Окно интерфейса программного обеспечения

Библиографический список

1. Жильников Т.А., Скворцова Т.С. Адаптивное управление как ресурс повышения эффективности подготовки сотрудников уголовно-исполнительной системы. // Теоретические и практические проблемы развития уголовно-исполнительной системы в Российской Федерации и за рубежом: сборник тезисов, выступлений и докладов участников Международной научно-практической конференции. – Рязань: Академия ФСИН России, 2018 г. с. 1382-1387.
2. Кузин А.В., Левонисова С.В. Базы данных. Учебное пособие // Academia. – 2016. – 320 с.

АСПЕКТЫ РАСШИРЕНИЯ НАБОРА ХАРАКТЕРИСТИК В РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ КЛАСТЕРИЗАЦИИ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

М.А. Степанов

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.
Уткина**

В докладе рассматривается ряд проблемных вопросов по представлению данных при решении задачи кластеризации группы временных рядов (ВР) [1]. При решении этой задачи возможны 2 типичных подхода к представлению данных.

Первый из них предполагает работу с группой ВР в неизменном виде, то есть с учетом порядка следования элементов ВР и сохранением числа отсчетов времени, каждый из которых выполняет роль координаты (измерения,) по той или иной характеристике в наборе данных, формируемом на основе группы ВР (при этом целесообразно выполнение нормализации ВР для приведения к одинаковому масштабу) [1].

Второй подход предполагает вычисление для каждого ВР в группе некоторых стандартных статистических показателей, таких как: минимум, максимум, средний и медианный элементы; дисперсия (СКО); число пиков и впадин; площадь под графиком (до нормализации и вычитания среднего); показатель тренда; коэффициенты модели ARIMA и т.п. [2].

Применение обоих подходов к представлению данных не всегда позволяет получить адекватные результаты кластеризации (в том числе потому, что кластеры могут быть плохо отделимы друг от друга). При этом определенные трудности при применении второго подхода могут возникнуть при решении задачи кластеризации группы коротких ВР.

В докладе предлагается рассмотреть возможность расширения набора статистических показателей с привлечением новых показателей, вычисляемых по результатам построения нечеткой линейной регрессии с асимметричными параметрами [3, 4].

В частности, в качестве таких показателей могут быть использованы нечеткие меры подобия анализируемых ВР по отношению к ВР [5], описывающему классическую линейную регрессию, а также параметры соответствующей классической линейной регрессии; площадь коридора нечеткой линейной регрессии, а также площади верхнего и нижнего подкоридоров; центроид коридора нечеткой линейной регрессии, а также центроиды верхнего и нижнего подкоридоров. Группа предлагаемых новых показателей может являться дополнением к группе статистических показателей, и, кроме того, может использоваться самостоятельно при решении задачи кластеризации ВР. Кроме

того, группа показателей может быть расширена с привлечением в нее показателей, вычисленных при разработке модели прогнозирования на основе интервальных нечетких множеств второго типа [6, 7]. В частности, в качестве таких показателей могут выступить характеристики верхней и нижней функций принадлежности так называемого «отпечатка неопределенности», позволяющего описать интервальное нечеткое множество второго типа, а также параметры самой модели (порядок модели и число интервалов разбиения универсума). При этом оптимальные значения параметров модели прогнозирования на основе интервальных нечетких множеств второго типа могут быть найдены с применением того или иного эволюционного алгоритма (например, применением генетического алгоритма), а оптимальные значения параметров на основе нечеткой линейной регрессии с асимметричными параметрами – в результате решения задачи квадратичного программирования.

Библиографический список

1. Astakhova N.N., Demidova L.A., Nikulchev E.V. Forecasting of Time Series' Groups with Application of Fuzzy C-Mean Algorithm // Contemporary Engineering Sciences. – 2015. – Vol. 8. – No. 35. – p. 1659 – 1677.
2. Андерсен Т. Статистический анализ временных рядов. – М.: Мир. – 1976. – 756 с.
3. Haekwan Lee, Hideo Tanaka Fuzzy approximations with non-symmetric fuzzy parameters in fuzzy regression analysis // Journal of the Operations Research Society of Japan. – Vol. 42. – №. 1. – March 1999.
4. Demidova L., Trukhanov S. Objects Hyperspectral Features Identification on the Base of Fuzzy Linear Regression and Fuzzy Similarity Measures // Contemporary Engineering Sciences. 2015. – Vol. 8. – No. 20. – P. 885 – 900.
5. Van der Weken D., Nachtegael M., Kerre E.E. An overview of similarity measures for images // Proceedings of ICASSP 2002 (IEEE Int. Conf. Acoustics, Speech and Signal Processing). Orlando, USA. – 2002. – P. 3317 – 3320.
6. Demidova L.A. Genetic Algorithm for Optimal Parameters Search in the One-Factor Forecasting Model Based on Continuous Type-2 Fuzzy Sets // Automation and Remote Control. – 2013. – Vol. 74. – № 2. – p. 313 – 320.
7. Демидова Л.А., Степанов М.А. Многокритериальная оптимизация в моделях прогнозирования на основе интервальных дискретных нечетких множеств второго типа // Cloud of Science. – 2019. – Т. 6. – № 3. – С. 401 – 414.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С НАРУШЕНИЯМИ МЕЛКОЙ МОТОРИКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВЕБ-СЕРВИСА

Д.А. Глебов

Научный руководитель – Тонкович И.Н.

канд. хим. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

На сегодняшний день во всём мире около 7 миллионов детей имеют диагноз ДЦП, в Беларуси их около 12 тысяч. Детей с нарушениями мелкой моторики, т. е. детей, которые не могут писать от руки, в разы больше. Они не способны полноценно выполнять домашние задания в школе и вообще обучаться также эффективно, как здоровые дети, из-за отсутствия инструментов для записей и обучения, соответствующих требованиям таких детей.

Образование является самым действенным способом развития для детей с нарушением мелкой моторики. В Беларуси не хватает специализированных школ, где любой ребёнок с ограничениями здоровья смог бы получить качественное

образование, поэтому большинство детей с этой проблемой обучаются на дому. Однако отсутствие эффективных инструментов для записи значительно затрудняет и замедляет процесс обучения.

Из-за нарушения моторики дети тратят в разы больше времени и усилий на выполнение заданий, используют устаревшие методы работы и теряют желание и мотивацию обучаться, поэтому уровень образования таких детей может остаться низким, что ведет к потере большого количества кадров.

Предметом исследования является разработка программных модулей, предназначенных для оптимизации процесса обучения детей с нарушениями мелкой моторики в различных сферах образования.

Разрабатываемые программные модули должны быть совместимы с основными разделами школьной учебной программы. Разрабатываются модули для таких операций, как подсчёт в столбик, запись нелинейных выражений (дроби, степени, корни), построение геометрических рисунков, где можно именовать точки, отмечать различные геометрические элементы и в дальнейшем использовать их в решении задачи.

Веб-сервис должен включать систему контроля за ребёнком. Учитель сможет в любой момент направлять ученика, используя интерактивные инструменты взаимодействия с обучаемым, проверять, оценивать выполненные обучаемым задания, и присылать новые. Также должна быть реализована возможность распечатать листы с выполненными заданиями.

Таким образом, разрабатываемые программные модули должны реализовывать следующие специализированные возможности:

- удобный интерфейс для записи и выполнения домашних заданий;
- выполнение подсчёта в столбик;
- ввод таких нелинейных выражений, как дроби, степени, корни;
- построение геометрических рисунков;
- сохранение записей и выполненных домашних заданий;
- отсылка выполненных работ учителю на проверку;
- взаимодействие учителя с обучаемым в режиме реального времени;
- распечатка записи либо домашнего задания.

Веб-сервис имеет двухзвенную клиент-серверную архитектуру. Используется модель распределенного приложения, т. к. присутствует необходимость реализации бизнес-логики как на стороне клиента, так и на стороне сервера. В данной модели сервер предоставляет доступ к данным, а также реализует часть бизнес-логики. Клиент реализует представление данных и также часть бизнес-логики. Выбранная архитектура позволяет перенести сложные вычисления на сторону сервера, при этом выполняя часть операций с данными, которые сильно связаны с представлением, на клиенте.

В качестве СУБД выбран PostgreSQL. PostgreSQL базируется на языке SQL и поддерживает многие из возможностей стандарта SQL.

Сильными сторонами PostgreSQL считаются:

- высокопроизводительные и надёжные механизмы транзакций и репликации;
- расширяемая система встроенных языков программирования: поддерживаются PL(Procedural Language)/pgSQL, PL/Perl, PL/Python и PL/Tcl; также имеется поддержка загрузки C-совместимых модулей;
- наследование;
- лёгкая расширяемость.

В качестве платформы для разработки сетевого приложения, предоставляющего доступ к данным, а также реализующего часть бизнес-логики, выбран Node.js. Node.js – программная платформа, основанная на движке V8, транслирующем JavaScript в машинный код, превращающая из узкоспециализированного языка в язык общего назначения. Node.js добавляет

возможность JavaScript взаимодействовать с устройствами ввода-вывода через свой API, написанный на C++, подключать другие внешние библиотеки, написанные на разных языках, обеспечивая вызовы к ним из JavaScript-кода.

Для разработки клиента выбраны технологии HTML, CSS и Angular.

HTML5 (англ. HyperText Markup Language, version 5) – язык для структурирования и представления содержимого веб-страниц.

CSS используется создателями веб-страниц для задания цветов, шрифтов, расположения отдельных блоков и других аспектов представления внешнего вида этих веб-страниц.

Angular (версия 4 и выше) — это открытая и свободная платформа для разработки веб-приложений, написанная на языке TypeScript, разрабатываемая командой из компании Google, а также сообществом разработчиков из различных компаний.

Результатом оптимизации процесса обучения станут:

- значительный рост скорости обучения детей с нарушениями мелкой моторики;
- рост эффективности обучения;
- минимизация участия родителей в процессе обучения;
- увеличение количества трудоспособного населения.

Данная разработка ориентирована на сферу образования и призвана помочь в обучении детей с нарушениями мелкой моторики.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ МЕДИЦИНСКОГО ЭКСОСКЕЛЕТА ДЛЯ УМЕНЬШЕНИЯ ПЕРИОДА РЕАБИЛИТАЦИИ ПАЦИЕНТА

Соколовский В.А.

Научный руководитель – Шаталова В. В.

кандидат технических наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Рассматриваются основные отличия новой версии экзоскелета от имеющихся аналогов. Приведены такие изменения: минимизированы габаритные характеристики устройства, возможность управления с мобильного приложения, возможность анализировать информацию, поступающую с узлов экзоскелета.

Экзоскелет – это мобильная, носимая, роботизированная, электрифицированная ~~или~~ (механизированная) структура, разработанная для дополнения физических возможностей пользователя [1].

Термин происходит от греческого "внешний скелет". Экзоскелеты также называют "носимыми роботами". Служат для разгрузки скелета и мышц здорового человека, позволяя ему выполнять ~~различный физический труд~~ физическую нагрузку не уставая, либо усиливая физические возможности за пределы возможностей среднеразвитого человека. Используются также для восстановления утраченной мышечной активности человека после травм или операций, для восстановления подвижности людей с ограниченной мобильностью, для предупреждения травм при заболеваниях типа остеопороза и т.п [1].

Экзоскелеты, ~~как правило,~~ повторяют биомеханику человека для пропорционального увеличения усилий при движениях, а также могут повышать защищенность человека от внешних воздействий. В системе человек-экзоскелет часть функций, например, поддержание равновесия, остается за человеком, тогда как тяжесть груза или большие усилия ложатся на механизм экзоскелета [1].

Имеющиеся аналоги медицинских экзоскелетов представлены на рисунках 1 и 2 [2]:



Рисунок 1 – ReWalk – экзоскелет израильских разработчиков



Рисунок 2 – HAL – киберкостюм-экзоскелет японских разработчиков

Минимизирование габаритных характеристик устройства. На рисунках 1 и 2 приведены два типа экзоскелета: первый предназначен для пациентов с травмами позвоночника, он имеет пульт дистанционного управления в форме наручных часов. Второй экзоскелет разработан для помощи пожилым людям и инвалидам, чтобы те смогли самостоятельно передвигаться [2]. Однако, основная функция обоих устройств – помогать пациентам, страдающим тяжёлыми, а в ряде случаев, не излечимыми травмами или заболеваниями за счёт разгрузки организма. В связи с этим, данные модели имеют в следствии такого функционала увеличиваются большие габаритные размеры. Исходя из этого в результате анализа имеющихся аналогов, было принято решение разработать нагрузочный экзоскелет с меньшим функционалом для пациентов с менее тяжёлыми травмами, но также нуждающихся в реабилитации, к примеру на пример: наращивание мышечной массы в период реабилитации после перелома. За счёт этого, габаритные размеры устройства будут минимальны.

Возможность управления с мобильного приложения. Для экзоскелета будет разработано мобильное приложение на базе основных операционных систем (iOS и Android) для регулирования функций устройства. Однако, необходимо учитывать, что в целевую аудиторию могут входит люди пожилого возраста, у которых не будет необходимых навыков или возможности использовать мобильное устройство. Поэтому совместно с экзоскелетом будет разработан пульт дистанционного управления.

Возможность анализировать информацию, поступающую с узлов экзоскелета. На ключевых узлах экзоскелета будут размещены датчики, анализирующие каждый сгиб сустава и предоставлять информацию пользователю в приложении, что также является одной из преимущественных особенностей устройства по сравнению с аналогами.

Представлен обзор лишь основных нововведений нагрузочного экзоскелета.

Библиографический список

1. Robotrend, что такое экзоскелет [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://robotrends.ru/robopedia/что-такое-ekzoskelet>
2. Экзоскелеты в медицине [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://habr.com/ru/company/vc/blog/239639/>

ПРИМЕНЕНИЕ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ СОСТОЯНИЯ ТРУБОПРОВОДОВ

А.А. Коноплев

Научный руководитель – Каширин И. Ю.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматриваются ряд проблем существующих систем мониторинга состояния трубопроводов, внедрение больших данных в мониторинг.

Одной из главных проблем диагностирования состояния трубопроводов является невозможный доступ к данным из-за изоляции систем мониторинга, а также отсутствие специализированных алгоритмов коллективной обработки больших объёмов разнородных данных физической природы.

Проблема коллективного использования данных отслеживания предполагает создание новых алгоритмов анализа разнородных данных о физической природе.

Направленность усовершенствования систем отслеживания технического состояния различных трубопроводов ведет по пути объединения главной ступени для решения проблемы коллективного мониторинга полным числом доступных величин, а также выделения предоставления операторам ККС (корпоративной компьютерной сети) разрешения к результатам отслеживания.

Таким образом, значительное число узлов контроля, находящихся друг от друга на расстоянии до нескольких тысяч километров и оборудованных различными датчиками, самостоятельность контуров по регулируемым величинам подводят к бесконтрольному увеличению количества исходных данных и потребности создания функций интегрирования различных типов данных.

Для развития управленческих воздействий данные, принимаемые из разных источников, рекомендуется подбирать и синхронизировать в одном месте.

При инженерной проектировке аппаратного программного комплекса эксплуатируется клиент-серверная архитектура, ориентированная на работу в вебе, при использовании которой на самом сервере содержится информация с полученных данных и код, взаимодействие информации производится через ККС с использованием специализированного протокола передачи гипертекста.

При осуществлении интеллектуального исследования информацию подвергают пакетной обработке и синхронизации и сохраняют в систему хранения, которая представляет собой, реляционную базу данных для быстрого доступа. После обработку информацию отправляют в архив результатов отслеживания уже для длительного содержания и удаляют в изначальном месте хранения.

Наилучшим видом содержания архивов служит система, построенная на Hadoop технологиях, они разрабатывались для масштабируемых отказоустойчивых систем хранения на массовом оборудовании. Интегрирование на уровне данных и типов пользователей идёт по уровням— поток сырой информации идёт на первичную обработку, где создаются пакеты первичной информации, куда после дополняются предобработанная информации с иных местных баз данных.

В результате интегрирования создаётся индексированный поток информации, которые проходят через интеллектуальную обработку, после которой информация отправляются в хранилище.

Первоначальное исследование аккаунтов пользователей даёт возможность создать специализированные функции нахождения шаблонов в отдельных и пересекающихся объёмах данных и корректно их обрабатывать.

Современные методы нахождения схожих подпоследовательностей применяют алгоритмы оптимизации нахождения, а также динамическое превращение шкалы

времени. Для получения пространственного индекса применяют суффиксные деревья, дискретное преобразование Фурье, и другие методы.

Таким образом, представлен адаптированный аппаратно-программный сервис-ориентированный комплекс для синхронизированной обработки информации с использованием технологий интеллектуального анализа.



В основании рекомендуемой системы находятся потоки данных и функции добычи данных, предоставляющие возможность разрабатывать руководящие действия посредством синтеза этих знаний с теми данными, которые уже имеются.

Интегрирование информации, приходящей с измерителей и вычислительных приборов, решительно поднимает продуктивность отслеживания технического состояния магистральных трубопроводов. Так как количество получаемых данных увеличивается по экспоненте относительно времени, а большая доля этих данных не часто используется, предоставлен путь к упрощению комплексов содержания на основе нереляционных баз данных.

Библиографический список

1. Черняк Л. «Большие данные» – новая теория и практика // Открытые системы. – 2011. – № 10.
2. Отчет AAPOR о «Больших данных» / Л. Джапек, Ф. Крейтер, М. Берг [и др.] / Американская ассоциация исследователей общественного мнения. – М., 2015.
3. Корытникова Н.В. Online Big Data как источник аналитической информации в online-исследованиях // Социс. – 2015. – № 8. – С. 14–24.

**Секция 2. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ
В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ**

ОБ ОДНОЙ ЗАДАЧЕ С КВАДРАТИЧНЫМ КРИТЕРИЕМ КАЧЕСТВА

А.С. Ананьина

Научный руководитель – Абрамов В.В.,
канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе рассматривается система n дифференциальных уравнений:

$$\dot{x} = Ax + f(t) + B_1(t)u + B_2(t)w, \quad (1)$$

в которой все вектор-функция $f(t)$ и матрицы $B_1(t)$, $B_2(t)$ непрерывны при $t \in [0, T]$, $u \in R^m$, $w \in R^q$ — параметры. Критерий качества, характеризующий решения системы (1) на рассматриваемом промежутке $[0, T]$, имеет вид квадратичного функционала:

$$M(u, w) = \int_0^T x^T (D(t) + b^T(t))x dt + \bar{x}^T G \bar{x}^T, \quad (2)$$

в которой симметрические матрицы $D(t)$, G и вектор-функция $b(t)$ известны, $x = x(t)$ — решение системы (1) с начальным значением $x(0) = 0_n$, $\bar{x}^T G \bar{x}^T$ — оценка эффекта от достижения планового значения решения $x(T) = \bar{x}$.

Задача: найти решение антагонистической игры двух лиц, в которой u — чистая стратегия игрока 1, w — чистая стратегия игрока 2, $M(u, w)$ — функция выигрыша игрока 1.

Задача такого рода имеет прикладное экономическое значение [1–3]. При условии зависимости функции выигрыша от двух вещественных переменных, вычислительные вопросы решения задачи рассматривались в работах [4, 5].

Вычисляется структура функции (2). По принципу суперпозиции для линейной неоднородной системы решение системы (1) имеет вид:

$$x(t) = x_0(t) + X_1(t)u + X_2(t)w, \quad (3)$$

где $X(t)$ — фундаментальная матрица для линейной системы $\dot{x} = Ax$;

$$x_0(t) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) f(\tau) d\tau, \quad X_1(t) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) B_1(\tau) d\tau, \quad X_2(t) = X(t) \int_0^t X^{-1}(\tau) B_2(\tau) d\tau. \quad \text{При}$$

подстановке решения (3) в равенство (2) получается структура функционала качества в виде:

$$M(u, w) = c_1 + (u, c_2) + (w, c_3) + (u, c_4 w) + (u, c_5 u) + (w, c_6 w), \quad (4)$$

$$\text{где } c_1 = \int_0^T (x_0(t), (D(t)x_0(t) + b^T(t)x_0(t))) dt + (x_0(T), G x_0(T)),$$

$$c_2 = \int_0^T ((D(t)X_1(t))^T x_0(t) + b^T(t)X_1(t)) dt + (GX_1(T))^T x_0(T) + \int_0^T X_1(t)^T D(t)x_0(t) dt + X_1(T)^T G x_0(T),$$

$$c_3 = \int_0^T ((D(t)X_2(t))^T x_0(t) + b^T(t)X_2(t)) dt + (GX_2(T))^T x_0(T) + \int_0^T X_2(t)^T D(t)x_0(t) dt + X_2(T)^T G x_0(T),$$

$$c_4 = \int_0^T ((D(t) X_1(t))^T X_2(t) dt + (G X_1(T))^T X_2(T) + \int_0^T (X_1(t)^T D(t) X_2(t)) dt + X_1(T)^T G X_2(T),$$

$$c_5 = \int_0^T (X_1(t)^T D(t) X_1(t)) dt + X_1(T)^T G X_1(T), \quad c_6 = \int_0^T (X_2(t)^T D(t) X_2(t)) dt + X_2(T)^T G X_2(T).$$

Без учета ограничений на стратегии u , w , в невырожденном случае единственная седловая точка функции (4) определяется условиями:

$$\begin{pmatrix} w^* \\ u^* \end{pmatrix} = - \begin{pmatrix} c_4 & c_5 + c_5^T \\ c_6 + c_6^T & c_4 \end{pmatrix}^{-1} \begin{pmatrix} c_2 \\ c_3 \end{pmatrix}; \quad c_5 + c_5^T < 0, \quad c_6 + c_6^T > 0, \quad (5)$$

где знак матрицы определяется по критерию Сильвестра и совпадает со знаком квадратичной формы, которую она определяет. При этом величина выигрыша – максимумное значение функционала качества – равна $M(u^*, w^*)$.

При наличии ограничений на чистые стратегии проверяется включенность седловой точки (5) во множество допустимых стратегий. Если включенности нет, то проверяется наличие седловой точки на границе множества допустимых стратегий.

Изложенная схема вычислений реализована в пакете Maple.

Библиографический список

1. Титова Е.В. Абрамов В.В. Игровая модель оценки объема сбыта одного продукта // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2018 : сб. тр. междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. / под общ.ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: РГРТУ, 2018. – Т. 7 – С. 5–8.
2. Титова Е.В., Абрамов В.В. Оптимизация распределения объемов сбыта одного продукта // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019 : сб. тр. междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. / под общ.ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: РГРТУ, 2019. – Т. 7 – С. 18–22.
3. Титова Е.В., Абрамов В.В. Принятие решения об оптимизации потока объемов сбыта одного продукта // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: ЯГТУ, 2019. – Вып. 14. – С. 190–196.
4. Ананьина С.А., Абрамов В.В. Коэффициентные условия существования седловой точки квадратичной функции на единичном квадрате // Прикладная математика и информатика: современные исследования в области естественных и технических наук: материалы IV науч.-практ. всеросс. конф. (школы-семинара) молодых ученых: 23-25 апреля 2018 г. – Тольятти, 2018. – С. 164–167.
5. Ананьина С.А., Абрамов В.В. Условия разрешимости антагонистической игры на единичном квадрате // Математика и естественные науки. Теория и практика: межвуз. сб. науч. тр. – Ярославль: ЯГТУ, 2018. – Вып. 13. – С. 110–115.

ПОСТРОЕНИЕ ЛАГОВОЙ МОДЕЛИ ЗАВИСИМОСТИ ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА ОТ ИНВЕСТИЦИЙ В ОСНОВНОЙ КАПИТАЛ

А.С. Андреев

Научный руководитель – Лискина Е. Ю.

канд. физ.- мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Валовый региональный продукт (ВРП) на душу населения является одним из показателей, характеризующим промышленное развитие региона. В исследовании [1] было выявлено влияние ряда экономических факторов на величину ВРП на душу населения: стоимости основных фондов обрабатывающих производств на душу населения, фондоотдачи обрабатывающих производств, объёма иностранных инвестиций на душу населения и доли занятых в обрабатывающих производствах в общей численности занятых. При этом величина инвестиций в основной капитал на душу населения оказалась незначимым фактором, что может быть связано с запаздыванием инвестиций.

В предлагаемой работе методом Ш. Алмон построена модель с распределённым лагом зависимости валового регионального продукта (ВРП) на душу населения от величины инвестиций в основной капитал в период с 2000 по 2016 г. В расчётах использовался пакет «Анализ данных. Регрессия» табличного процессора Microsoft Excel. Источник данных – Федеральная служба государственной статистики [2].

В силу того, что лаговая задержка между поступлением инвестиций и величиной ВРП может составлять до 3 лет, будем строить лаговую модель с лагом порядка $l = 3$ следующего вида:

$$y_t = a + \sum_{j=0}^3 b_j x_{t-j} + \varepsilon_t. \quad (1)$$

Так как структура лага неизвестна, было построено две модели с распределённым лагом: с линейной структурой и с квадратичной структурой, а затем выбрана лучшая модель.

1. Модель с линейной структурой лага. В соответствии с методом Ш. Алмон зависимость коэффициентов b_j от величины лага j в модели с линейной структурой лага имеет вид $b_j = c_0 + c_1 j$. Тогда

$$b_0 = c_0, \quad b_1 = c_0 + c_1, \quad b_2 = c_0 + 2c_1, \quad b_3 = c_0 + 3c_1, \quad (2)$$

Подставляя выражения (2) в уравнения регрессии (1) и выполняя перегруппировку относительно c_0 и c_1 , получено новое уравнение

$$y_t = a + c_0 \sum_{j=0}^3 x_{t-j} + c_1 \sum_{j=0}^3 j x_{t-j} + \varepsilon_t. \quad (3)$$

В уравнении (3) введём обозначения для вспомогательных переменных $z_0 = \sum_{j=0}^3 x_{t-j}$, $z_1 = \sum_{j=0}^3 j x_{t-j}$, и пересчитаем исходные данные.

2. Модель с квадратичной структурой лага. В соответствии с методом Ш. Алмон зависимость коэффициентов b_j от величины лага j в модели с квадратичной структурой лага имеет вид $b_j = c_0 + c_1 j + c_2 j^2$. Тогда

$$b_0 = c_0, \quad b_1 = c_0 + c_1 + c_2, \quad b_2 = c_0 + 2c_1 + 4c_2, \quad b_3 = c_0 + 3c_1 + 9c_2, \quad (4)$$

Подставляя выражения (4) в уравнения регрессии (1) и выполняя перегруппировку относительно c_0 , c_1 и c_2 получаем новое уравнение

$$y_t = a + c_0 \sum_{j=0}^3 x_{t-j} + c_1 \sum_{j=0}^3 j x_{t-j} + c_2 \sum_{j=0}^3 j^2 x_{t-j} + \varepsilon_t. \quad (5)$$

В уравнении (5) введём обозначения для вспомогательных переменных $z_0 = \sum_{j=0}^3 x_{t-j}$, $z_1 = \sum_{j=0}^3 j x_{t-j}$, $z_2 = \sum_{j=0}^3 j^2 x_{t-j}$, и пересчитаем данные.

На основании пересчитанных данных найдены коэффициенты уравнений (3) и (5) (при $a = 0$ и $a \neq 0$) и их статистические характеристики, а затем с использованием формул (2) и (4) были вычислены коэффициенты b_j уравнения (1) с линейной и квадратичной структурой лага и определены статистические характеристики уравнений (таблица 1). Графики лагов линейной и квадратичной

структуры представлены на рисунке 1. В данном случае лучшей является модель с квадратичной структурой лага:

$$y_t = 1,36x_t + 0,58x_{t-1} + 0,86x_{t-2} + 2,20x_{t-3} + \varepsilon_t.$$

На рисунке 2 представлены графики наблюдаемый и предсказанных значений ВРП на душу населения.

Таблица 1 – Сравнение моделей с распределённым лагом

Структура лага	Уравнение с c_j		Уравнение с b_j	
	R^2	Значимость F	R^2	\bar{A} , %
Линейная	0,970	4,23E-09	0,937	15,27
Квадратичная	0,995	2,44E-08	0,952	13,41
Линейная ($a = 0$)	0,993	4,23E-09	0,964	12,12
Квадратичная ($a = 0$)	0,994	1,13E-12	0,971	11,11

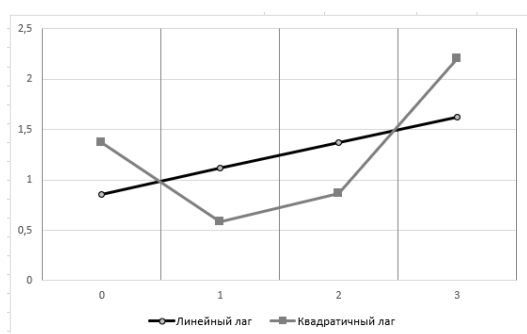


Рисунок 1 - Графики структуры лага

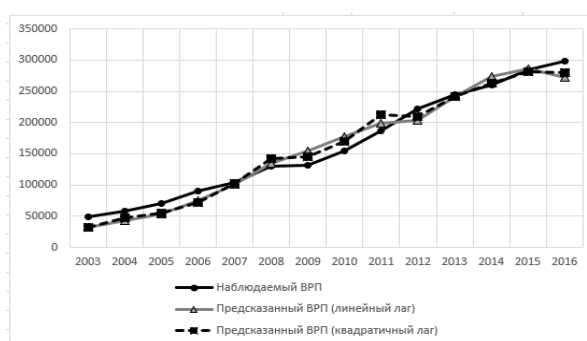


Рисунок 2 - Сравнение наблюдаемых и предсказанных значений

Библиографический список

1. Лискина Е.Ю., Андреев А.С. Математическое моделирование промышленного потенциала регионов Российской Федерации // Вестник Рязанского государственного университета имени С.А. Есенина. – 2019. – № 2 (63). – С. 176–182.

2. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник. 2002–2018 гг. [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения 18.09.2019 г.)

АНАЛИЗ БАЗОВЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СТИМУЛИРОВАНИЯ ТРУДА

А.Ю. Бацева

Научный руководитель – Бельман С.А.

кандидат ф.-м. наук, доцент

Рязанский государственный университет им. С.А. Есенина

Современные тенденции менеджмента организации направлены в сторону управления человеческими ресурсами. Стимулирование, как один из основных инструментов мотивации, способствует формированию внутренней устойчивой мотивации работников. Как показывает практика, размер заработной платы является одним из наиболее мощных стимулов к производительному труду [2]. Однако процесс формирования оплаты труда во многих организациях непрозрачен. В связи с этим возникает необходимость в математическом моделировании системы стимулирования труда.

Основным математическим аппаратом для моделирования задач стимулирования труда является теория игр, исследующая модели принятия решений в условиях, когда каждая сторона стремится воздействовать на развитие ситуации в собственных интересах. Математическое моделирование стимулирования труда основывается на четырех моделях: С-типа, К-типа, L-типа, D-типа [1].

В скачкообразных системах стимулирования (С-типа) работнику выплачивается постоянное вознаграждение, величина которого заранее установлена. С экономической точки зрения система стимулирования труда С-типа может рассматриваться как аккордная система оплаты труда, когда при заданном объеме работ вознаграждения для работника имеет фиксированный размер. При этом, математическая модель системы С-типа описывается следующим образом:

$$\sigma_C(x, y) = \begin{cases} C, & y \geq x, \\ 0, & y < x. \end{cases} \quad (1)$$

где C - фиксированная величина оклада, x - действие предприятия, y - действие работника.

Широкое распространение на предприятиях получила система стимулирования, где в трудовом контракте, кроме размера оклада фиксируется величина мотивирующей надбавки. Математическая модель, описывающая данную систему стимулирования, называется компенсаторной (К-типа) и имеет вид:

$$\sigma_K(x, y) = \begin{cases} c(x) + \delta, & y = x, \\ 0, & y \neq x. \end{cases} \quad (2)$$

где $\delta \geq 0$ - мотивирующая надбавка.

При повременной или сдельной оплате труда, вознаграждение работника пропорционально его действию, а ставка оплаты труда за это действие является коэффициентом пропорциональности ($\lambda \geq 0$). Модель, описывающая такую зависимость, относится к линейным (пропорциональным) системам стимулирования труда (L-типа). Система стимулирования L-типа имеет следующий вид:

$$\sigma_L(y) = \lambda y \quad (3)$$

Если работник получает вознаграждение в размере равном определенной доле от дохода предприятия, то система стимулирования труда в данном случае основана на перераспределении дохода (D-типа). Модель стимулирования (D-типа) имеет вид:

$$\sigma_D(y) = \gamma \cdot H(y), \quad (4)$$

где $\gamma \in [0; 1]$ - доля от дохода предприятия, направляемая на стимулирование работников.

Рассмотренные модели С-типа, К-типа, L-типа, D-типа являются базовыми системами стимулирования труда. Данные модели и их комбинации достаточно полно охватывают используемые на практике формы индивидуальной заработной платы. Такие системы стимулирования труда являются параметрическими, то есть для их описания необходимо задать соответствующие параметры.

Библиографический список

1. Васильева О.Н., Засканов В.В., Иванов Д.Ю., Новиков Д.А. Модели и методы материального стимулирования (теория и практика) / под ред. В.Г. Засканова и Д.А. Новикова. - М.: ЛЕНАНД, 2007. - 288 с.
2. Чекмарев О.П. Мотивация и стимулирование труда: учебно-методическое пособие / О.П. Чекмарев. - СПб., 2013. - 343 с.

И.Е. Каплина
Научный руководитель - В.В. Куприянов
к.ф.-м.н., доцент

Рязанский государственный университет имени С.А.Есенина

Эконометрическому моделированию миграции посвящено большое количество научных трудов. Тем не менее, в связи со стремительным развитием экономико-социального положения России, построение этих моделей не теряет актуальности и сегодня.

В результате проведённого ранее исследования были выявлены наиболее значимые факторы, оказывающие влияние на уровень миграции населения в Рязанской области в период с 2010 по 2016 годы [1]: численность населения, численность рабочей силы, ВРП на душу населения, среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций, средние цены на первичном рынке жилья.

Цель данной работы проанализировать влияние этих факторов на межрегиональные миграционные потоки Центрального федерального округа России за тот же период. Все вычисления были выполнены в табличном процессоре MS Excel с использованием пакета «Анализ данных» на уровне значимости 0,05. Вычисления были выполнены с использованием данных с официального сайта Федеральной службы государственной статистики [2].

Анализ показал, что наибольшее влияние на показатель миграции в ЦФО оказывали численность населения и ВРП на душу населения, а наименьшее численность рабочей силы.

С помощью методов эконометрического анализа была построена факторная модель миграционного взаимодействия между регионами Центрального федерального округа России. Рассмотрена роль внутренней миграции в экономико-демографическом развитии современной России. Предложена регрессионная модель для анализа факторов миграции на уровне Центрального федерального округа, изучена их роль в формировании современной демографической ситуации в России. Сделаны выводы о построении государственной политики в области внутренней миграции.

Библиографический список

1. Каплина И.Е. Куприянов В.В. Анализ экономико-математических моделей миграционных процессов в Рязанской области // Современные технологии в науке и образовании – СТНО-2019 [текст]: сб. тр. II междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. Т.5/ под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2019 – С. 108–111.

2. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник. 2011–2018 гг. [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения 25.09.2019 г.).

**ЭКОНОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ
ВАЛОВОГО РЕГИОНАЛЬНОГО ПРОДУКТА РЕГИОНОВ
ЦЕНТРАЛЬНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОГРУГА**

Д.С. Смагин
Научный руководитель – Лискина Е. Ю.
канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С. А. Есенина

В данной работе проводилось исследование, в ходе которого методом анализа панельных данных изучено влияние на валовой региональный продукт таких факторов, как численность рабочей силы, стоимость основных фондов, инвестиции в основной капитал. Исследуемый период: с 2000 по 2016 г. Для исследования были выбраны данные по ЦФО [1]. Для расчетов использовался пакет «Анализ данных» табличного процессора MS Excel. Все расчёты проводились на уровне значимости 0,05.

Полученные данные были собраны в панель, для которой были оценены параметры следующих линейных регрессионных моделей:

- общей регрессии (OR),
- несвязанных регрессий (UR),
- с фиксированными эффектами (FE),
- со случайными эффектами (RE).

Использование панельных данных позволяет выявить региональные различия и их характер.

Статистические характеристики перечисленных моделей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Статистические характеристики моделей панельных данных

Модель	R^2	Остаточная сумма квадратов (RSS)	Значимость F
OR	0.960	$3,6 \cdot 10^{11}$	$3,7E^{-210}$
UR	$R_{\min}^2 = 0.951,$ $R_{\max}^2 = 0.997$	$8,2 \cdot 10^{10}$	Все значимы
FE	0.964	$1,7 \cdot 10^{11}$	$1,9E^{-218}$
RE	0.963	$1,1 \cdot 10^{10}$	$2,6E^{-217}$

Из таблицы 1 следует, что модель общей регрессии, модели несвязанных регрессий и модели со случайными эффектами являются статистически значимыми. В таблице 2 приведены результаты выбора наилучшей модели, из которой следует, что построенные модели можно ранжировать в порядке убывания их качества: UR, RE, FE, OR. Полученные результат показывает наличие существенных индивидуальных различий между регионами и полное отсутствие взаимосвязей по рассмотренным показателям.

Таблица 2 – Проверка статистических гипотез о выборе наилучшей модели

Тест	Значение		Вывод о принятии нулевой гипотезы
	наблюдаемое	критическое	
1) Вальда (OR лучше FE)	18.05	1.67	отклонена
2) Вальда (UR лучше FE)	- 50.76	2.64	принята
3) Вальда (UR лучше RE)	- 53.27	2.64	принята
4) множителей Лагранжа Бреуша – Пагана (OR лучше	566.29	3.84	отклонена

RE)			
5) Хаусмана (RE лучше FE)	все $P_{feX_i} > 0.05$	0.05	принята

Библиографический список

1. Регионы России. Социально-экономические показатели: статистический сборник. 2002–2018 гг. [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. – URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения 18.09.2019 г.)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАНЕЛЬНЫХ ДАННЫХ В СРЕДЕ MS EXSEL

Д.В. Сударкина

Научный руководитель – Бельман С.А.

канд. ф.-м. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Для того, чтобы установить роль посещаемости в образовательном процессе были собраны данные учеников пятых классов по предмету математика. Проводилось исследование влияния посещаемости и продолжительности выполнения домашнего задания на успеваемость учащихся методами анализа панельных данных в среде MS EXSEL.

В соответствии с теорией, были построены следующие модели панельных данных:

$$y = \mu + \sum_{j=1}^m \beta_j x_j$$

1) модель общей регрессии вида (OR-модель), которая не предполагает никаких эффектов, характерных для отдельных объектов наблюдения или моментов времени;

$$y_i = \mu_i + \sum_{j=1}^m \beta_{j,i} x_{j,i}, \quad i = \overline{1; n}$$

2) модель несвязанных регрессий вида (UR-модель), которая используется для моделирования индивидуальных различий при отсутствии взаимосвязей между отдельными объектами;

3) модель с фиксированными эффектами на основе отклонений от средних

$$y = \mu + \sum_{i=2}^n \gamma_i + \sum_{j=1}^m \beta_j x_j$$

по времени (W-модель) вида, которая используется для моделирования постоянных индивидуальных различий объектов при наличии между ними сильных взаимосвязей;

Статистические характеристики построенных моделей приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Модель	R^2	Остаточная сумма квадратов (RSS)
OR-model	0,13	40,61
UR-model	$R_{max}^2 = 0,992546176$ $R_{min}^2 = 0,011692933$	13,93
W-model	0,19	12,51

Вывод:

1) сравнение модели с фиксированными эффектами с моделью общей регрессии (тест Вальда о незначимости индивидуальных коэффициентов) показало, что на уровне значимости 0,05 индивидуальные различия учащихся значимы, то есть модель с фиксированными эффектами оказалась предпочтительнее модели общей регрессии;

2) сравнение модели с фиксированными эффектами с моделью несвязанных регрессий (тест Вальда о незначимости коэффициентов при регрессорах) показало, что на уровне значимости 0,05 коэффициенты при факторах значимы; то есть индивидуальные фиксированные различия учащихся таковы, что они могут быть объединены в модель с фиксированными эффектами.

Из заключений следует, что с вероятностью 0,95 индивидуальные различия учащихся постоянны. Это говорит о том, что существует некий фактор, который одновременно влияет на успеваемость некоторых учащихся. Перспектива дальнейшего исследования состоит в том, чтобы проверить фактор предрасположенности учащихся к математике, который может сглаживать влияние посещаемости на отдельных учащихся.

ФАКТОРЫ МИГРАЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И. П. Щукина

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

к.ф.-м. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Актуальность исследования трудовой привлекательности регионов Российской Федерации обусловлена существующими демографическими проблемами и проблемой дифференциацией регионов по уровню социально-экономического развития. Особенно остро эта проблема стоит для Рязанской области, для которой с 2012 года наблюдается наиболее сильное снижение доли экономически активного населения в общей численности населения по сравнению с другими регионами ЦФО.

Объектами настоящего исследования являются регионы России. В качестве эндогенной переменной Y мы выбрали долю рабочей силы в общей численности населения – отношение численности экономически активного населения к среднегодовой численности населения в данном регионе. Был выбран период наблюдений с 2006 по 2016 год. Источником статистических данных является Федеральная служба государственной статистики [1].

В наших работах [2], [3] мы исследовали зависимость переменной Y от следующих показателей: инвестиций в основной капитал на душу населения, валового регионального продукта на душу населения, фондовооружённости, общей площади жилых помещений, приходящейся в среднем на одного жителя, среднемесячной номинальной начисленной заработной платы работников организаций, плотности рабочих мест, стоимости основных фондов на душу населения, плотности предприятий и организаций. Было выявлено, что на протяжении всего периода наблюдений остаются статистически значимыми следующие факторы: общая площадь жилых помещений, приходящейся в среднем на одного жителя (X_1 , м²/чел) и среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работников организаций (X_2 руб./чел.).

Цель данной работы: исследование динамики влияния следующих факторов на целевую переменную Y : X_3 – доли выпускников государственных и муниципальных дневных общеобразовательных учреждений в общей численности

населения; X_4 – доли выпускников – специалистов среднего и высшего звена в общей численности населения; X_5 – среднедушевые денежные доходы населения (руб. / чел).

Оценка взаимосвязи количественно измеренных переменных осуществлялась на основе построения уравнения множественной линейной регрессии по кросс-данным для каждого года рассматриваемого периода с использованием инструмента «Анализ Данных. Регрессия» табличного процессора MS Excel:

$$Y = a_0 + \sum_{i=1}^5 a_i X_i + \varepsilon, t = \overline{2006; 2016}. \quad (1)$$

Для каждого года периода наблюдений были вычислены коэффициенты детерминации R^2 уравнений (1), были выявлены статистически значимые в каждом году факторы, влияющие на показатели трудовой привлекательности (см. табл. 1), были вычислены коэффициенты детерминации уравнений множественной линейной регрессии, составленных по статистически значимым факторам в каждом году.

Таблица 1.

Динамика статистически значимых факторов и коэффициентов детерминации R^2

Год	R^2 для уравнения, содержащего все факторы	Значимые факторы	R^2 для уравнения, содержащего значимые факторы
2006	0,504	X_1, X_2, X_4	0,502
2007	0,248	X_1, X_2	0,234
2008	0,506	X_1, X_2	0,494
2009	0,452	X_1, X_2	0,408
2010	0,423	X_1, X_2	0,406
2011	0,396	X_1, X_2	0,363
2012	0,702	X_1, X_2, X_3	0,701
2013	0,698	X_1, X_2, X_3	0,694
2014	0,684	X_1, X_2, X_3	0,676
2015	0,675	X_1, X_2, X_3	0,668
2016	0,679	X_1, X_2, X_3	0,674

Из таблицы 1 следует, что к двум постоянным факторам трудовой привлекательности регионов России в 2006–2016 годах X_1 и X_2 с 2012 года добавляется третий – X_3 , существенно повышающий значение коэффициента детерминации R^2 . Так как на 2012–2016 гг. приходится выпуск из общеобразовательных учреждений людей, родившихся в 1994–1998 гг., то можно предположить, что с 2012 года ресурс рабочей силы становится дефицитным.

Библиографический список

1. Регионы России. Социально-экономические показатели : статистический сборник. 2010–2018 гг. [Электронный ресурс]. URL: http://www.gks.ru/wps/wcm/connect/rosstat_main/rosstat/ru/statistics/publications/catalog/doc_1138623506156 (дата обращения: 4.01.2019).

2. Лискина Е.Ю., Щукина И.П. Моделирование трудовой привлекательности

регионов Российской Федерации // Математика и естественные науки. Теория и практика: Межвуз. сб. науч. Тр. Вып. 14.– Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2019.– 252 с.–С. 161–165.

3. Щукина И.П. Анализ динамики показателей рынка труда Российской Федерации // Современные технологии в науке и образовании: сб. тр. II междунар. науч.-техн. форума: в 10 т. / под общ. ред. О.В. Миловзорова. – Рязань: Рязан. гос. радиотехн. ун-т, 2019; Рязань.–Т.5.– С.42–45.

РЕШЕНИЕ ДВУМЕРНЫХ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ ЧИСЛЕННЫМИ МЕТОДАМИ

С.Д. Полянский

Научный руководитель - Быкова О.Г.

канд. техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский горный университет

Задача решения уравнений в частных производных представляется чрезвычайно важной при решении большей части инженерных задач. Так, задачи механики сплошной среды требуют решения системы из большого количества дифференциальных уравнений в частных производных, иногда высших порядков, а в нефтегазовом деле бывает важно, например, рассчитать распределение температуры или массы по пласту. Однако удобные метод прогонки и функция `rdsolve`, встроенная в пакет `MathCAD`, не позволяют решать двумерные уравнения, а представить объемный массив, например, нефтяной пласт, одномерным уравнением невозможно. В данной работе представлено решение методом конечных разностей двумерного уравнения теплопроводности.

Рассмотрим, например, следующее двумерное уравнение теплопроводности:

$$\frac{\partial u(x,y,t)}{\partial t} = \frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial y^2} \quad (1)$$

Здесь коэффициент температуропроводности λ принят для простоты равным единице. При этом пространственные координаты x и y меняются от 0 до n , а временная координата t – от 0 до T . Если начальная точка имеет ненулевые координаты, ее легко привести к использованному в этой работе виду путем вычитания из обоих наборов граничных координат ненулевой. Выберем шаги h и τ для дискретизации рассматриваемой области. Разобьем рассматриваемую область на точки с шагами h и τ .

Проведя дискретизацию, можем рассматривать приращения по координатам как конечные:

$$\frac{\partial u(x,y,t)}{\partial t} = \frac{\Delta u(x,y,t)}{\Delta t}; \quad \frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial y^2} = \frac{\Delta^2 u(x,y,t)}{(\Delta y)^2}; \quad \frac{\partial^2 u(x,y,t)}{\partial x^2} = \frac{\Delta^2 u(x,y,t)}{(\Delta x)^2} \quad (2)$$

Отметим, что конечные приращения координат равняются выбранным шагам. Подставим теперь полученные выражения (2) в уравнение (1):

$$\frac{\Delta u(x,y,t)}{\tau} = \frac{\Delta^2 u(x,y,t)}{h^2} + \frac{\Delta^2 u(x,y,t)}{h^2} \quad (3)$$

Заменим конечные приращения на разности значений u между соседними точками:

$$\frac{u(x,y,t) - u(x,y,t-\tau)}{\tau} = \frac{u(x-h,y,t) - 2u(x,y,t) + u(x+h,y,t)}{h^2} + \frac{u(x,y-h,t) - 2u(x,y,t) + u(x,y+h,t)}{h^2} \quad (4)$$

Введем для удобства следующие коэффициенты:

$$\sigma = \frac{\tau}{h^2} \quad (5)$$

$$\alpha = \frac{\sigma}{1+4\sigma} \quad (6)$$

Из (4) с учетом (5) и (6) можно получить следующее выражение, связывающее $u(x, y, t)$ с соседними точками в явном виде:

$$u(x, y, t) = \alpha * (u(x - h, y, t) + u(x + h, y, t) + u(x, y - h, t) + u(x, y + h, t)) + \frac{\alpha}{\sigma} * u(x, y, t - \tau) \quad (7)$$

Отметим, что для нулевого временного слоя $u(x, y, t - \tau) = 0$. Таким образом, соотношения (7), записанные для каждой точки полученной при дискретизации сетки, составляют систему линейных алгебраических уравнений. Она может быть решена модификацией метода прогонки для пятилинейных матриц либо методом итерации. В данной работе приведено решение методом итерации в табличном процессоре MS Excel для значений аргументов $x \in [0, 0.6]$, $y \in [0, 0.6]$, $t \in [0, 3]$ при заданных начальном $u(x, 0) = 0.9 + 1.92x(1 - x)$ и граничных $u(0, y, t) = 3(0.3 - 2t)$ и $u(0.6, y, t) = 1.38$, $u(x, 0, t) = 3$, $u(x, 0.6, t) = 1$. Решение также может быть реализовано в пакете MathCAD, который позволяет в том числе создать анимацию, показывающую изменение температуры по всей плоскости x - y [1].

На рис. 1 представлено вычисление констант и построение для наглядности сетки. Вычисления из-за громоздкости невозможно продемонстрировать.

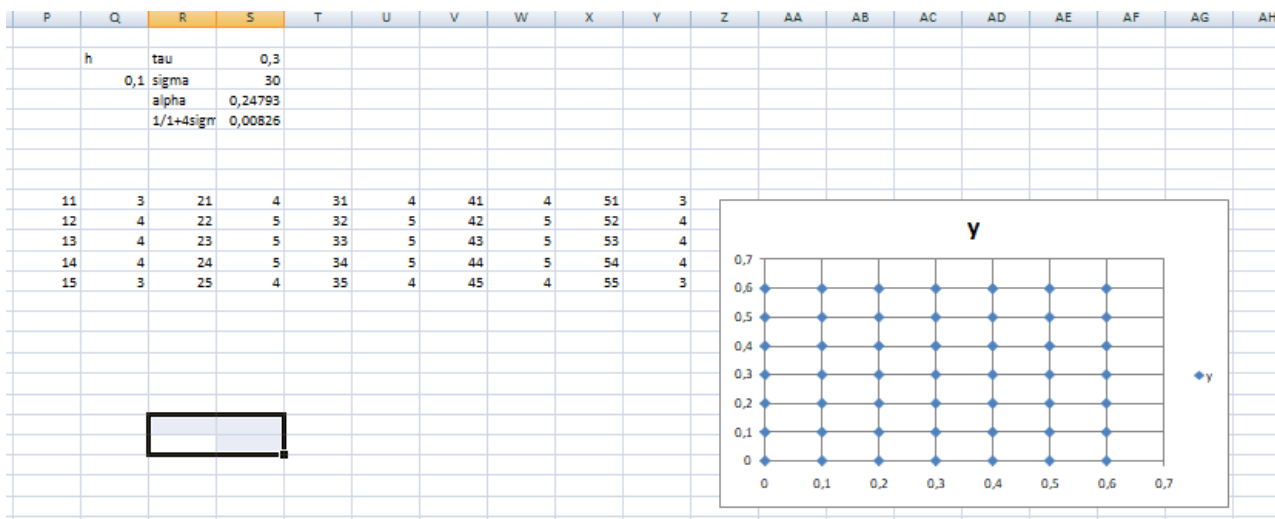


Рисунок 1 – Построение сетки и вычисление констант

По результатам вычислений могут быть построены графики, привести которые также невозможно из-за ограниченного объема текста. Таким образом, даже несмотря на отсутствие встроенной функции представляется возможным решить принадлежащие к важному классу двумерных дифференциальные уравнения в частных производных численными методами, используя табличный процессор MS Excel и пакет Mathcad.

Библиографический список

1. Макаров Е.Г. Инженерные расчеты в Mathcad 14. - СПб.: Питер, 2007, 592 с.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ИОНОСЕЛЕКТИВНОГО ТРАНЗИСТОРА В КОНТАКТЕ С НЕРВНОЙ КЛЕТКОЙ В СРЕДЕ COMSOL MULTIPHYSICS

Д.В. Калиновский

Научный руководитель – В.Ф. Алексеев

канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

В докладе рассматривается построение математической модели взаимодействия ионоселективного транзистора с электролитом, формирующим потенциал покоя мембраны нервной клетки. Рассмотрена математическая модель, описывающая процессы передачи нервных импульсов. Рассмотрена возможность применения полупроводниковых датчиков для фиксирования электронных потенциалов нервной системы человека.

Начало активной разработки устройств нейрокомпьютерных интерфейсов затрагивает множество как инженерных, так и биологических дисциплин. Совершенствование способов приема и передачи потенциала нервного импульса упростит задачу разработки вышеупомянутых систем. Таким образом ставится цель построить математическую модель возникновения импульсов нервной системы человека. Необходимо получить достоверную модель объекта исследования, и иметь возможность совместить её с моделями аппаратных средств, такими как электроды, датчики SKWID или ионоселективные полевые транзисторы (ИСПТ).

Ионоселективные полевые транзисторы это полупроводниковые приборы, в которых роль затвора выполняет химически чувствительный слой.

Взаимодействие определяемого компонента с материалом затвора вызывает изменение электрического поля в области затвора и, следовательно, порогового потенциала и тока в транзисторе, что и обуславливает детектирование. Например, Na^+ -селективный ИСПТ изготавливают путем нанесения в область затвора боросиликатного стекла, для K^+ -селективного сенсора в область затвора помещают полимерную мембрану, содержащую валиномицин или краун-эфир [1].

Двухмерная модель, представленная на рисунке 1, состоит из двух блоков: область транзистора и область электролита. В области электролита присутствуют ионы натрия и незначительное количество ионов калия. Это вызывает трансфер этих ионов вдоль градиентов концентрации. Однако стабилизации концентраций этих элементов будет препятствовать разная проницаемость клеточной мембраны. Для отражения этого в модели граничные условия, описывающие мембрану были разделены на две геометрически совпадающие границы, каждая из них способна пропускать только один тип ионов и имеет индивидуальное условие проницаемости. Это позволит упростить модель, обеспечит сходимость решения и даст возможность получить значение потока для каждого из положительных ионов. Представленные граничные условия позволяют имитировать условия вблизи нервной клетки с установившимся потенциалом равновесия.

При решении междисциплинарной задачи в модель имеется возможность включить модуль ионного дрейфа и модуль полупроводников. Граничные условия определялись характеристиками нервной ткани человека в нормальных условиях [2].

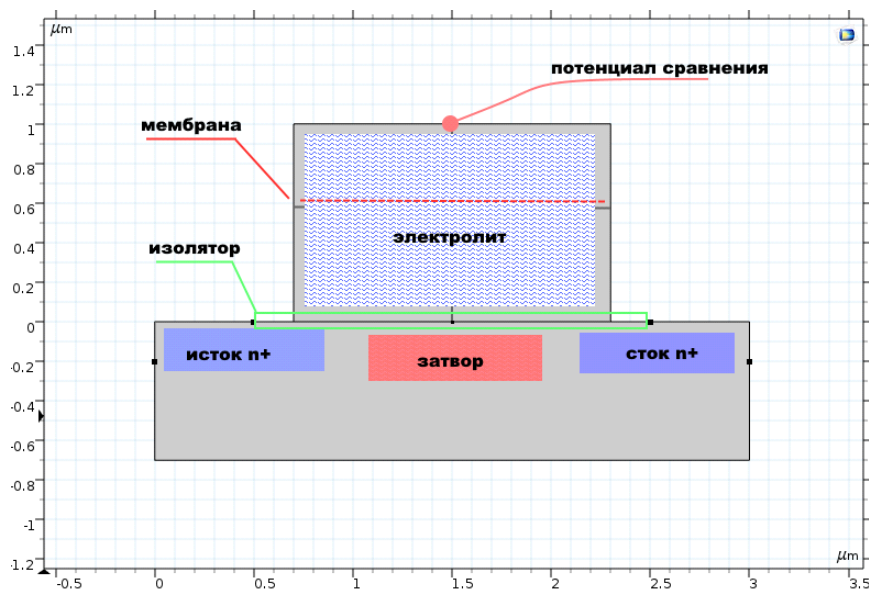


Рисунок 1 – Структурная схема разрабатываемой модели

Модель полупроводникового транзистора описывается градиентами концентраций донорных и акцепторных примесей в кристалле кремния.

В результате моделирования предполагается получить параметры эффективности применения ионоселективных транзисторов для детектирование нервного импульса описанные ниже.

Семейство вольтамперных характеристик транзистора для различных уровней концентраций детектируемых ионов, которые дадут оценку динамическому диапазону системы. Инерционность работы прибора для контроля протекания крайних стадий процесса, а именно нарушения потенциала покоя и возникновения нервного импульса для чего необходимо провести анализ во временной области.

Итогом работы разработки математической модели послужит предварительная оценка ИСПТ как базовой структурной единицы полупроводниковой структуры для точного анализа нервных импульсов.

Библиографический список

1. Морф Ф. Принципы работы ионоселективных электродов и мембранный транспорт / Морф Ф.; пер. с англ. М.: Мир. 1976. - 520 с.
2. Тамар, Г. Основы сенсорной физиологии / Г. Тамар; пер. с англ. М.: Мир. 1976. - 520 с.

ПРИМЕНЕНИЕ GERT-СЕТЕЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПО РЕСУРСАМ

Фам Ань Минь

Научный руководитель – Шибанов А.П.

д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Метод GERT (*graphical end review technique*) позволяет определить выходную величину моделируемого процесса в виде эквивалентной производящей функции моментов. По последней находят плотность распределения вероятностей, описывающей данный процесс. В качестве случайной величины чаще всего

берется время. Но, в общем случае, используется любая случайная величина, обладающая свойством аддитивности, например, стоимость или подходящий ресурс. Кроме того, определяется вероятность достижения данного выходного узла. Таким образом, традиционная GERT сеть имеет два аргумента: некий аддитивный параметр и вероятность.

В представляемом докладе будут рассмотрены вопросы модернизации GERT-сетей с увеличенным числом аргументов. Отнесем сюда вероятность прохождения данного узла, время выполнения операции или группы операций, а также используемый ресурс. Вид ресурса определяется особенностями данной задачи. Например, в этом качестве могут выступать финансовые единицы или информационные ресурсы, материальные ресурсы и т. п. Инструментом, связывающим время и ресурсы являются задаваемые функциональные зависимости. Для нахождения плотности распределения вероятности функционально зависимой случайной величины нужно найти обратную величину от функциональной зависимости, полученное значение подставить в качестве аргумента функциональной зависимости и результат умножить на модуль ее производной.

Как исходная, так и функционально зависимая случайные величины находятся посредством программы GERT Explorer. В ней реализован метод эквивалентных упрощающих структуру GERT-сети преобразований. По формуле обращения находится плотность распределения вероятности в заданном стоке.

При линейных преобразованиях случайных величин экспоненциальные и нормальные плотности отличаются от исходных только значениями постоянных коэффициентов.

Возможно использование не только линейных функциональных зависимостей. Формула вычисления функциональной зависимости от случайных величин имеет универсальный характер. Часто используются зависимости $f(x) = \ln x$, $f(x) = \sqrt{x}$, $f(x) = \sqrt[n]{x}$, $f(x) = 1/(1+x^2)$, $f(x) = x^n$, где n может быть как целым, так и дробным и т. д.

На практике часто возникают задачи, когда уменьшение времени выполнения операции достигается увеличением ресурса, расходуемого на данную операцию. В этих случаях возможен компромисс между этими двумя переменными и формулировка и решение оптимизационной задачи.

ЭКОНОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ЗЕМЕЛЬНОГО РЫНКА

Т.С. Масленникова

Научный руководитель – Проказникова Е.Н.,

канд. техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматривается разработка регрессионной модели для прогнозирования цен на земельные участки в зависимости от их основных параметров.

Метод решения поставленной задачи заключается в разработке нелинейной регрессионной модели, основывающийся на нейронной сети.

Было рассмотрено 60 земельных участков, расположенных по трем направлениям Рязанской области: направление Захарово, направление Спасск-Рязанский и направление Солотчи.

Для анализа земельных участков были рассмотрены следующие переменные: Цена; Площадь участка; Расстояние от города; Газ на участке; Электричество на

участке; Вода на участке; Направление; Природная привлекательность участка (наличие поблизости рек, озер, лесов).

Для того чтобы найти регрессионную модель может быть применена двухслойная нейронная сеть, в первом слое которой располагаются нелинейные нейроны с сигмоидной функцией активации, а во втором слое стоит один линейный нейрон. На вход сети подаются единичный служебный сигнал и n объясняющих переменных. На выходной нейрон подаются единичный служебный сигнал и выходные сигнала первого слоя. Значение выходной переменной поступает на обучающий вход нейронной сети, где формируется ошибка обучения.

В работе для нейронной сети была реализована программа, которая соответствует парной нелинейной регрессии с двумя нейронами в первом слое. На вход сети подавались единичный служебный сигнал и 6 основных ценообразующих параметров. На обучающий вход сети подавалась цена участка. Начальные значения весовых коэффициентов нейронной сети задавались случайным образом, а затем корректировались после каждой эпохи согласно условию минимума среднего квадрата ошибки.

Из полученной средней относительной ошибки, на примерах были получены неплохие результаты обучения. Ошибка составила $MAPE = 21,307\%$.

Для линейной регрессионной модели этот показатель равен $32,351\%$.

Так же было проведено тестирование нейронной сети на тестовых данных, которые ранее не были включены в исходную выборку. Ошибка $MAPE$ составила $27,594\%$. Для линейной регрессионной модели этот показатель равен $38,06\%$.

Таким образом, можно сделать вывод, что нейронная сеть привела к более точным результатам, чем регрессионный анализ. Данный факт можно объяснить тем, что нейронная сеть формирует нелинейную регрессионную модель.

ПРИМЕНЕНИЕ GERT-СЕТЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ВРЕМЕННЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

А.З. Нгуен

Научный руководитель – Шибанов А.П.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

GERT-сети позволяют моделировать процессы, состоящие из последовательно выполняемых операций. Операции отражаются дугами модели, а состояниям процесса соответствуют узлы модели. Каждая операция характеризуется вероятностью выбора и производящей функцией моментов случайного времени выполнения. Две операции могут выполняться последовательно одна за другой; одновременно и параллельно с вероятностным выбором; образовывать фрагмент «дуга-петля» вероятностным выбором элементов фрагмента. Множество выполняемых операций графа процесса описывается выходной эквивалентной производящей функцией моментов. Современные численные методы позволяют находить математическое ожидание, дисперсию, плотность распределения вероятностей выходной величины GERT-сети, а также вероятность выполнения заданного стока.

Чаще всего выполнение операций связывают с временем их выполнения. Возможны ситуации, когда действие одной случайной величины вызывает реакцию другой случайной величины. Например, передача пакета через

компьютерную линию связи вызывает проверку пакета по контрольной последовательности. Оба действия задаются, в общем случае, разными случайными величинами. Говорят, что время проверки по контрольной сумме функционально зависит от длины пакета, а, следовательно, от времени передачи пакета.

Пусть имеется непрерывная случайная величина X с плотностью $f(x)$; случайная величина Y выражается через случайную величину X функциональной зависимостью $Y = \varphi(X)$. Требуется найти закон распределения случайной величины Y . Рассмотрим случай, когда функция $\varphi(X)$ строго монотонна, непрерывна и дифференцируема в интервале (a, b) всех возможных значений случайной величины X . Функция распределения $G(y)$ случайной величины Y определяется по формуле $G(y) = P\{Y < y\}$ и

$$g(y) = dG(y)/dy = f[\phi(y)]\phi'(y),$$

где $\phi(y) = x$ есть функция обратная функции $\varphi(X) = Y$; $g(y)$ – плотность распределения вероятностей случайной величины y .

Функциональная зависимость $f(x)$ определяется: линейной функцией, целочисленными степенными функциями, дробными степенными функциями.

Рассматриваются случаи, когда $Y = \varphi(X)$ функционально зависима: от одной случайной величины; от нескольких случайных величин; от множества случайных величин, составляющих фрагмент GERT-сети; от полной GERT-сети.

Рассматриваются GERT-модель, выходная величина X которой задается формулой, что позволяет найти величину Y также в виде формулы.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ НАДЁЖНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ РАДИОАППАРАТУРЫ

А.В. Евилин

Научный руководитель – Боровиков С.М.

к-т. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

При разработке методики оценки надёжности трансформаторов электропитания приняты во внимание следующие принципы:

1. Прогнозирование показателей надёжности трансформаторов электропитания радиоаппаратуры для заданных условий эксплуатации выполняется расчётным способом, основываясь на прогнозных эксплуатационных показателях надёжности элементов, входящих в состав изделия. Прогнозные показатели надёжности элементов определяются также расчётным способом.

2. В качестве показателей надёжности оцениваются (прогнозируются) показатели безотказности, номенклатура которых отвечает ГОСТ 27.002–2015 [1] и ГОСТ 27.003–90 [2].

3. Для расчёта показателей безотказности трансформаторов электропитания используются эксплуатационные интенсивности отказов элементов, обозначаемые как $\lambda_{\text{э}}$, (нижний индекс «э» подчёркивает эксплуатационный характер интенсивности отказов элемента). Значения $\lambda_{\text{э}}$ рассчитываются по математическим моделям, основываясь на справочных значениях интенсивностей отказов элементов в режиме наработки $\lambda_{\text{нар}}$ (1/ч) и/или хранения $\lambda_{\text{хр}}$ (1/ч) и/или с учётом цикличности $\Lambda_{\text{ц}}$ (1/цикл) работы трансформаторов электропитания радиоаппаратуры.

4. Для расчёта λ_3 в случае наработки используются справочные показатели безотказности элементов в виде обобщённых значений интенсивности отказов λ_B группы элементов.

5. Значения λ_B соответствуют группам элементов, объединённых по функциональному назначению, сходной технологии производства, близкому конструкционному исполнению и применяемым материалам [3].

6. Значения λ_B для режима наработки учитывают внезапные и постепенные отказы согласно ГОСТ 27.002–2015 [1], отвечают номинальному электрическому режиму и лабораторным условиям работы. В качестве номинального рассматривается такой электрический режим, для которого электрические характеристики элемента соответствуют предельно допустимым значениям, указанным в ТУ.

7. Значения λ_B принимаются постоянными в течение заданной наработки, что соответствует гипотезе об экспоненциальном распределении наработки до отказа элементов.

Разработанная методика описывает процедуру решения задачи прогнозирования надёжности трансформаторов электропитания радиоаппаратуры, исходя из следующих задаваемых индивидуальных требований к изделию:

- электротехнические параметры магнитопровода;
- электротехнические параметры обмоток;
- вид приёмки в условиях изготовления;
- условия эксплуатации;
- условия хранения.

Методика разработана с учётом ГОСТ 27.301-95 [4] и устанавливает принципы, правила и порядок оценки комплексного показателя надёжности трансформатора электропитания радиоаппаратуры для любого из следующих режимов учёта наработки, времени хранения (ожидания перед использованием по назначению) и циклического характера работы:

- только наработка;
- только хранение;
- наработка и хранение;
- наработка и цикличность работы изделия;
- наработка, хранение и цикличность работы изделия.

Номенклатура показателей надёжности, подлежащих определению с помощью методики при наличии наработки, – показатели безотказности ЭУ в режиме функционирования согласно ГОСТ 27.002-2015 [1] и ГОСТ 27.003-90 [2].

Методика распространяется на трансформаторы электропитания радиоаппаратуры, функционирующей в составе наземной аппаратуры всех групп и бортовой (авиационной) аппаратуры, работающей в салонах и кабинах грузовых и пассажирских самолётов и вертолётов, где находятся люди.

Библиографический список

1. ГОСТ 27.002-2015. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – М. : Стандартинформ, 2016.
2. ГОСТ 27.003–90. Состав и общие правила задания требований по надёжности. – М. : Изд-во стандартов, 1991.
3. Надёжность электрорадиоизделий, 2006 : справочник / С. Ф. Прытков [и др.] // научн. руководитель авторского коллектива С. Ф. Прытков. – М. : ФГУП «22 ЦНИИ МО РФ», 2008. – 641 с.
4. ГОСТ 27.301–95. Надёжность в технике. Расчёт надёжности. Основные положения. – М. : Изд-во стандартов, 1996.

ПРИНЦИП РАЗРАБОТКИ МЕТОДИКИ РАСЧЕТА НАДЕЖНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Н.С. Шматко

Научный руководитель – Боровиков С.М.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

При расчете надежности печатных плат возникает вопрос, какая методика для расчета обеспечивает получение более достоверных результатов. При этом, для одной и той же печатной платы значение эксплуатационной интенсивности отказов λ_3 оказывается разным в зависимости от используемого справочника или стандарта. За основу для исследования были взяты модели, включенные в справочники или стандарты для расчёта надёжности электронного оборудования следующих стран: Россия, США, Франция [1–3].

После проведения анализа установлено, что в большей степени учёт условий эксплуатации, конструкторско-технологических и других особенностей печатных плат обеспечивает модель расчёта эксплуатационной надёжности, включенная в справочник «RDF 2000 : Reliability Data Handbook. A universal model for reliability prediction of Electronics components, PCBs and equipment» [3]. Эта модель учитывает следующие важнейшие факторы: температуру окружающей среды, количество слоев печатной платы, количество отверстий для установки элементов, площадь печатной платы, количество токопроводящих дорожек, значение преобладающей ширины токопроводящих дорожек, возможные тепловые изменения при использовании печатной платы на объекте в составе аппаратуры. Далее показано математическое представление данной модели:

$$\lambda_3 = 5 \cdot 10^{-12} K_t K_c \left(N_t \sqrt{1 + \frac{N_t}{S}} + N_p \frac{1 + 0,1\sqrt{S}}{3} K_L \right) \left\{ 1 + 3 \cdot 10^{-3} \left[\sum_{i=1}^l (K_n)_i (\Delta T_i)^{0,68} \right] \right\},$$

где K_t – коэффициент, учитывающий температуру окружающей среды; K_c – коэффициент, учитывающий количество слоев печатной платы; N_t – количество отверстий в печатной плате для установки элементов; S – площадь печатной платы в см²; N_p – коэффициент, учитывающий количество токопроводящих дорожек; K_L – коэффициент, учитывающий преобладающую ширину токопроводящих дорожек; ΔT_i – температурные изменения, соответствующее i -м условиям использования; K_n – коэффициент, учитывающий количество тепловых изменений в год при ΔT_i ; l – количество изменения тепловых условий в год.

Данная модель требует уточнения для различных режимов работы электронных устройств. Согласно ГОСТ 27.003-90 по режимам применения (функционирования) изделия подразделяют на: изделия непрерывного длительного применения, изделия многократного циклического применения, изделия однократного применения (с предшествующим периодом ожидания применения и хранения).

Принимая во внимание различные режимы работы модель для расчета интенсивности отказов печатных плат необходимо адаптировать. Для режима работы, соответствующему только наработке:

$$\lambda_{\text{нар}} = 5 \cdot 10^{-12} K_t K_c \left(N_t \sqrt{1 + \frac{N_t}{S}} + N_p \frac{1 + 0,1\sqrt{S}}{3} K_L \right),$$

Для случая, когда печатная плата находится на хранении:

$$\lambda_{\text{э.хр}} = \lambda_{\text{нар}} \cdot K_{\text{хр}} \cdot K_{t.\text{хр}} \cdot K_{\text{усл}} \cdot K_{\text{п}},$$

где $\lambda_{\text{нар}}$ – интенсивность отказов при наработке; $K_{\text{хр}}$ – коэффициент, показывающий какую долю от $\lambda_{\text{Б}}$ составляет интенсивность отказов при хранении в лабораторных условиях; $K_{t.\text{хр}}$ – коэффициент, учитывающий изменение $\lambda_{\text{э.хр}}$ в зависимости от температуры окружающей среды; $K_{\text{п}}$ – коэффициент приёмки, учитывает степень жёсткости требований к контролю качества; $K_{\text{усл}}$ – коэффициент, учитывающий изменение $\lambda_{\text{э.хр}}$ в зависимости от условий эксплуатации в режиме ожидания (хранения).

При эксплуатации печатной платы в течении календарного времени t , включающего время наработки $t_{\text{нар}}$ и хранения $t_{\text{хр}}$:

$$\lambda_{\text{э}} = \lambda_{\text{нар}} \frac{t_{\text{нар}}}{t} + \lambda_{\text{э.хр}} \frac{t_{\text{хр}}}{t}.$$

Если режим работы печатной платы включает в себя наработку и хранение, а также имеет место цикличность работы:

$$\lambda_{\text{э}} = \lambda_{\text{нар}} \cdot \left\{ 1 + 3 \cdot 10^{-3} \left[\sum_{i=1}^l (K_n)_i (\Delta T_i)^{0,68} \right] \right\} \frac{t_{\text{нар}}}{t} + \lambda_{\text{э.хр}} \frac{t_{\text{хр}}}{t}.$$

Используя данные принципы производится расчет эксплуатационной надежности печатных плат для различных режимов работы.

Библиографический список

1. Надёжность электрорадиоизделий, 2006 : справочник / С. Ф. Прытков [и др.] // научн. руководитель авторского коллектива С. Ф. Прытков. – М. : ФГУП «22 ЦНИИ МО РФ», 2008. – 641 с.
2. Reliability prediction of electronic equipment : Military Handbook MIL-HDBK-217F. – Washington : Department of defense DC 20301, 1995. – 205 p.
3. A universal model for reliability prediction of Electronics components, PCBs and equipment. RDF 2000 : reliability data handbook . – Paris : UTE C 80-810. 2000. – 99 p.

ОБЗОР СТАТИСТИЧЕСКИХ СБОРНИКОВ, СОДЕРЖАЩИХ ПОКАЗАТЕЛИ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ РОССИИ

М.А. Говрякова

Научный руководитель – Коненков А.Н.

д-р физ.мат. наук, профессор

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Для анализа социально-экономического развития требуется сбор статистических данных. Источником этих данных могут являться официальные статистические сборники, размещенные на сайте Федеральной службы государственной статистики [1].

В сборнике «Россия в цифрах» представлены данные, отражающие демографические процессы, проблемы занятости и безработицы, денежные доходы населения. Материал сборника освещает положение в отдельных отраслях экономики - промышленности, сельском хозяйстве, строительстве, транспорте, отраслях, обслуживающих население. Приводятся результаты обследований деловой активности организаций промышленности, розничной торговли и строительства.

В сборнике «Российский статистический ежегодник» представлены сведения об основных социально-экономических характеристиках Российской Федерации, содержится описание географических и климатических условий России, данные об окружающей среде и национальном богатстве. Публикуется информация о населении, его занятости и денежных доходах, о социальной сфере. Система национальных счетов содержит показатели, характеризующие макроэкономические аспекты формирования и функционирования рыночной экономики. Значительное место в сборнике отведено показателям, которые освещают положение в отдельных отраслях экономики: промышленности, сельском и лесном хозяйстве, рыболовстве и рыбоводстве, строительстве, транспорте, связи, отраслях, обслуживающих население. Представлены данные о научном потенциале Российской Федерации, результатах исследований и разработок, инновационной деятельности и информационных технологиях, финансовом состоянии организаций, инвестициях, ценах и тарифах.

Сборник «Регионы России. Социально-экономические показатели» содержит данные о демографической и экологической ситуации в регионах России. Помещена информация о занятости населения и уровне его благосостояния. Представлены данные о валовом региональном продукте и фактическом конечном потреблении домашних хозяйств, приведены сведения, характеризующие основные области социальной сферы. Значительный интерес представляет статистика, освещающая положение в организациях отдельных видов экономической деятельности - промышленности, сельского и лесного хозяйства, рыболовства и рыбоводства, строительства, транспорта, в организациях, обслуживающих население. Публикуются статистические данные об индексах цен (тарифов) на товары и услуги в потребительском и производственном секторах экономики. В сборнике представлен раздел, характеризующий внешнюю торговлю.

В сборнике «Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации» подробно отражена в цифрах экономика и социальная сфера каждого региона России (республики, края, города федерального значения, автономной области, автономного округа). Приведены основные социально-экономические показатели по федеральным округам. При подготовке были использованы данные, получаемые органами государственной статистики от предприятий, организаций, населения в ходе проведения статистических наблюдений, переписей, выборочных обследований, данные министерств и ведомств Российской Федерации, а также информация, получаемая от организаций, которые проводят обследования, опросы по сбору сведений экономического и социального характера.

В издании «Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов» представлена информация о социально-экономическом положении столиц республик в составе Российской Федерации, центров краев, областей, автономной области и автономных округов, а также городов с численностью населения свыше 100 тысяч человек. Приводится сравнительная характеристика городов - центров субъектов соответствующего федерального округа.

Сборник «Национальные счета России» содержит данные об объемах, структуре и динамике ВВП, консолидированные счета, интегрированную таблицу

национальных счетов (по секторам экономики), а также региональные показатели системы национальных счетов.

В сборнике «Система таблиц "Затраты - Выпуск" России» публикуется система кратких таблиц «Затраты-Выпуск», включающая таблицы ресурсов и использования товаров и услуг, симметричные таблицы «Затраты-Выпуск» (более известные как межотраслевые балансы производства и распределения продукции), а также таблицы использования импортной и отечественной продукции, торгово-транспортных наценок, налогов и субсидий на продукты.

Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт.- URL: <https://www.gks.ru/folder/210>

**АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ФОРМИРОВАНИЕ
РЫНКА ТРУДА РЕГИОНОВ РОССИИ**

Е.И. Давыдова

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

Некоторые регионы России испытывают трудности, связанные с формированием рынка труда, в частности, Рязанская область. Поэтому актуальна задача выявления факторов, влияющих на формирование трудовой привлекательности региона. В работах [1] и [2] целевым показателем трудовой привлекательности является доля экономически активного населения в общей численности населения, а определяющими факторами – макроэкономические показатели (ВРП на душу населения, стоимость основных фондов, инвестиции в основной капитал), показатели уровня жизни (среднедушевые доходы, жилая площадь на одного жителя, номинальная начисленная заработная плата) и некоторые показатели сферы образования. В дополнение к этому исследованию необходимо выявить значимые показатели развития инфраструктуры и медицинского обслуживания:

- мощность амбулаторно-поликлинических организаций;
- численность врачей всех специальностей;
- нагрузка на работников сферы здравоохранения;
- численность медицинского персонала;
- численность населения на одну больничную койку;
- численность больничных коек.
- плотность железнодорожных путей общего пользования;
- перевозки пассажиров и пассажирооборот автобусов общего пользования;
- число автобусов общего пользования на 100 000 человек населения;
- автомобильные дороги общего пользования.

Цель данного исследования – проследить, какие из выбранных показателей оказывают статистически значимое влияние на формирование рынка труда регионов Российской Федерации за период с 2010 по 2016 годы. Для показателей каждой группы будут рассчитаны матрица значений парных коэффициентов корреляции, коэффициенты детерминации, полученные в результате множественной регрессии каждого из показателей группы.

Библиографический список

1. Лискина Е. Ю., Щукина И.П. Моделирование трудовой привлекательности регионов Российской Федерации // Математика и естественные науки. Теория и

практика: Межвуз. сб. науч. тр. Вып. 14. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2019. – С. 117–122.

2. Лискина Е.Ю., Щукина И.П. Исследование динамики факторов, влияющих на трудовую привлекательность регионов России // «Математическое и компьютерное моделирование в экономике, страховании и управлении рисками»: материалы VIII Междунар. молодежной науч.-практ. конф. – Саратов : ООО Изд-во «Научная книга», 2019.

ОБ ИССЛЕДОВАНИИ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ «ХИЩНИК – ЖЕРТВА» С ЭФФЕКТОМ У.К. ОЛЛИ

Т. С. Потапова

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В монографии [1] предложена классификация двух- и трёхфакторных моделей типа «хищник – жертва». Исследований по динамике популяций в настоящее время достаточно много [2–7], но исследований трёхфакторных моделей мало [3]. Один из интересных эффектов при исследовании трёхфакторных моделей динамики популяций состоит в том, что плодовитость популяции немонотонно зависит от её численности (эффект У.К. Олли, 1975 г.). В докладе будет представлено исследование динамики двух популяций с эффектом Олли

$$\begin{cases} \dot{x} = ax(x - K)(x - L) - cxy, \\ \dot{y} = bx(x - P)(Q - x) + dxy, \end{cases} \quad (1)$$

где x, y – численности популяций жертв и хищников соответственно, a, c, b, d, K, L, P, Q – положительные коэффициенты. Коэффициенты K, L, P, Q называют ёмкостями среды. Получен фазовый портрет системы (1) и траектории решений с использованием пакетов Maple и Anylogic.

Библиографический список

1. Базыкин А. Д. Нелинейная динамика взаимодействующих популяций. – М.-Ижевск: Институт компьютерных исследований, 2003. – 368 с.

2. Гасратова Н. А., Столбовая М. В., Бойцов Д. С., Степанова Д. С. Математическая модель хищник-жертва на линейном ареале // Молодой ученый. – 2014. – № 11. – С. 1–10. – Электрон. дан. – URL: <https://moluch.ru/archive/70/12111/> (дата обращения: 08.10.2019).

3. Колпак Е. П., Горыня Е. В., Селицкая Е. А. О моделях А. Д. Базыкина «хищник – жертва» // Молодой ученый. – 2016. – №2. – С. 12–20. – URL <https://moluch.ru/archive/106/25234/> (дата обращения: 08.10.2019).

4. Лискина Е.Ю. Малые периодические решения в системе хищник-жертва с рассеиванием // Математика. Компьютер. Образование. Тезисы докладов X Международной конференции. – М.: «Регулярная и хаотическая динамика», 2003. – С. 286.

5. Лискина Е.Ю. Применение Maple и Anylogic к исследованию нелинейных систем обыкновенных дифференциальных уравнений // Перспективы и возможности использования информационных технологий в науке, образовании, управлении. – Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Астрахань: Издатель Сорокин Роман Васильевич. – С. 26–30.

6. Мезго В.В. Управление системой «хищник – жертва» (с учётом внутривидовой конкуренции) // Вестник ТГУ. – 2013. – Т. 18, вып. 5. – С. 2607–2609.

6. Терёхин М.Т. Устойчивость и предельные циклы в системе типа «хищник-жертва» при наличии внутривидовой конкуренции и заповедника // Известия РАН. Дифференциальные уравнения. – 1999. – № 2. – С. 78 – 89.

АНАЛИЗ ИСТОЧНИКОВ ДАННЫХ ФЕДЕРАЛЬНОЙ СЛУЖБЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ СТАТИСТИКИ ДЛЯ ПОСТРОЕНИЯ КРАТКОСРОЧНОГО ПРОГНОЗА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ

И.А. Силантьева

Научный руководитель – Коненков А.Н.

д-р физ.-мат. наук, профессор

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В докладе представлен краткий обзор источников данных, публикуемых Федеральной службой государственной статистики, для построения краткосрочных прогнозов экономических показателей.

К статистической информации, представленной на сайте Росстата, относятся данные, отражающие явления и процессы, происходящие в экономической и социальной жизни Российской Федерации. Необходимые сведения представлены в виде длительных рядов помесечных, поквартальных и годовых данных по промышленному производству, строительству, сельскому хозяйству, транспорту, внутренней и внешней торговле, ценам, уровню жизни населения, рынку труда, демографической ситуации. Перечисленные показатели представлены в разделе «Краткосрочные экономические показатели Российской Федерации» [1].

В электронном издании информация по 2016 г. включительно опубликована в бюллетене «Краткосрочные экономические показатели Российской Федерации» за декабрь 2016 года. Т.к. с января 2017 г. был произведен переход на применение Общероссийского классификатора видов экономической деятельности (ОКВЭД2) и Общероссийского классификатора продукции по видам экономической деятельности (ОКПД2), то были начаты новые динамические ряды по ряду экономических показателей.

В бюллетене «Краткосрочные экономические показатели Российской Федерации» за декабрь 2018 г. представлены показатели по 2018 г. включительно, которые были рассчитаны в соответствии с ранее действующей Методикой расчета баланса денежных доходов и расходов населения. Начиная с бюллетеня за I квартал 2019 года, публикуются динамические ряды по показателям денежных доходов и расходов населения, рассчитанным в соответствии с Методологическими положениями по расчету показателей денежных доходов и расходов населения, утвержденными приказом Росстата от 02.07.2014 № 465 (в редакции от 20.11.2018). Ретроспективные ряды пересчитаны, начиная с I квартала 2013 года.

Библиографический список

1. Федеральная служба государственной статистики. Официальный сайт. – URL: <https://www.gks.ru/>.

ОБ ИССЛЕДОВАНИЯХ ДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ САМУЭЛЬСОНА – ХИКСА

Е. С. Чирова

Научный руководитель – Лискина Е.Ю.

канд. физ.-мат. наук, доцент

Рязанский государственный университет имени С.А. Есенина

В работе [1] предложен и исследован непрерывный вариант динамической модели Самуэльсона – Хикса в следующем виде:

$$\ddot{y} + (1-r)\dot{y} + (1-c)y = \bar{C} + I, \quad (1)$$

где y – валовой внутренний продукт (ВВП), \bar{C} – нижний уровень производственного потребления, I – постоянные инвестиции, r – коэффициент акселерации (доля прироста ВВП, используемая на инвестиции), c – предельная склонность к потреблению.

Анализ статей, посвящённых односекторным динамическим моделям, показал, что имеется достаточно большое количество работ с исследованием различных модификаций моделей Кейнса и Солоу (см., например, [2, 3] и ссылки к ним). При этом достаточно мало работ, посвящённых исследованиям модели Самуэльсона – Хикса. В работе [4] построен упреждающий аналог модели Самуэльсона – Хикса, представленный в виде модификации модели Кейнса. В монографии [5] обосновано введение нелинейности в функцию инвестиций и рассмотрена модификация уравнения (1) в виде

$$\ddot{y} + (1-r)\dot{y} + \frac{r}{3}\dot{y}^3 + (1-c)y = \bar{C} + I, \quad (2)$$

и получены фазовые портреты траекторий уравнения (2) при различных r и c . В статье [6] рассмотрен стохастический вариант уравнения (2).

Из сделанного обзора следует, что задача исследования нелинейной модификации модели Самуэльсона – Хикса представляется актуальной. В частности, представляет интерес классификация фазовых портретов уравнения с малым параметром

$$\ddot{y} + (1-r)\dot{y} + r\alpha\dot{y}^3 + (1-c)y = \bar{C} + I.$$

Библиографический список

1. Колемаев В.А. Исследование поведения модели Самуэльсона – Хикса // Проблемы управления. – 2006. – № 1. – С. 16–19.
2. Абрамов В.В. О колебаниях фондов в модели Солоу // Математика и естественные науки. Теория и практика: Межвуз. сб. науч. Тр. Вып. 14. – Ярославль: Издат. дом ЯГТУ, 2019. – С. 56–60.
3. Лискина Е.Ю., Нелюхин С.А. Качественное и численное исследование односекторной модели экономики региона // Вестник РАЕН. – 2016. – Т. 16. № 3. – С. 41–47.
4. Колемаев В.А. Синтез упреждающего аналога модели Самуэльсона – Хикса // Проблемы управления. – 2006. – № 1. – С. 16–19.
5. Пу Т. Нелинейная экономическая динамика. М. ; Ижевск : НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2000.
6. Серков Л.А. Взаимодействие экзогенных и эндогенных шоков на примере модели Самуэльсона–Хикса // Известия УрГЭУ. – 2015. – № 2 (58). – С. 30–36.

Секция 3. ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАСПОЗНАВАНИЯ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СИГНАЛОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ПРИЗНАКОВ ВЫБОРОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

М.А. Антонов

Научный руководитель – Паршин В.С.,

д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В современной радиолокации кроме обнаружения сигналов часто возникает задача распознавания аэродинамических целей. В известной литературе [1] показано, что наиболее информативные признаки для распознавания формируются при использовании сверхширокополосных сигналов. При использовании таких сигналов возможно получить радиолокационный портрет цели. При достаточном разрешении радиолокационную цель можно рассматривать как совокупность блестящих точек, каждая из которых соответствует своему локальному отражателю (кабина пилота, кромки крыльев и т.д.). Таким образом, сигнал, отраженный от радиолокационной цели можно представить в виде

$$F(t) = \sum_{n=1}^N A_n f(t - t_n), \quad (1)$$

где N - число локальных отражателей, т.е. число импульсов в отраженном сигнале; A_n и t_n амплитуда и время появления n -го импульса; $f(t)$ - функция, описывающая форму импульсов.

Известно, что время появления и амплитуда каждого импульса подчиняется сложным законам распределения, в частности, они могут иметь многомодальный вид. Применение оптимальных алгоритмов, позволяющих минимизировать вероятность ошибочного решения, требует использования алгоритмов, реализующих отношение правдоподобия. Однако аппроксимация эмпирических распределений отраженных радиолокационных сигналов, имеющих многомодальный вид наталкивается на существенные ограничения. Некоторые методы аппроксимации, особенно при малых объемах выборки, в этом случае просто не работают. Поэтому для распознавания радиолокационных сигналов, описанных выражением (1), предлагается использовать выборочные характеристические функции (ХФ) [2] распознаваемых сигналов, поскольку ХФ, как и закон распределения вероятностей, является исчерпывающей характеристикой случайного процесса. По определению одномерная ХФ случайной величины x определяется как

$$\theta(j\omega) = M \{ \exp(j\omega x) \}, \quad (2)$$

где M - оператор математического ожидания.

За оценку $\hat{\theta}(\omega)$ ХФ примем выражение

$$\hat{\theta}(j\omega) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \exp(j\omega x_n) = \frac{1}{N} \left[\sum_{n=1}^N (\cos \omega x_n + j \sin \omega x_n) \right], \quad (3)$$

где x_n , $n = 1, N$ - выборочные значения случайной величины x .

Из выражения (3) следует, что в силу центральной предельной теоремы законы распределения реальной $\text{Re} \hat{\theta}(j\omega)$ и мнимой $\text{Im} \hat{\theta}(j\omega)$ частей оценки ХФ при увеличении N будет асимптотически приближаться к нормальному, независимо от закона распределения распознаваемых сигналов. Поэтому для получения решающих правил нет необходимости оценивать вид закона распределения. Достаточно оценить моменты распределения - математическое ожидание и корреляционную матрицу [3]. Для оценки эффективности выборочных ХФ при использовании их в качестве признаков для распознавания необходимо оценить скорость сходимости их распределений к нормальному, а затем сравнить получаемые вероятности ошибочного распознавания с вероятностями, полученными при решении известных задач.

В докладе приведены результаты распознавания радиолокационных сигналов, представленных выражением (1). Полагалось, что распределение амплитуды каждого импульса подчиняется релейскому закону, бимодальным распределением, а время появления – закону бета-распределения.

Проведено моделирование распознавания сигналов вида (1) с различными параметрами, полученными с помощью оптимальных алгоритмов, основанных на отношении правдоподобия и использующих в качестве признаков отсчеты радиолокационного сигнала. Произведено сравнение полученных данных с результатами распознавания полученными при использовании в качестве признаков выборочных ХФ.

Показано, что вероятности ошибки распознавания при использовании в качестве признаков выборочных ХФ практически не уступают алгоритмам распознавания, использующим в качестве признаков отсчеты сигнала.

Библиографический список

1. Ширман Я.Д., Горшков С.А., Лещенко С.П., Братченко Г.Д., Орленко В.М. Методы радиолокационного распознавания и их моделирование. Научно-технические серии. Выпуск 3. 2000. с. 5-64.
2. Паршин В.С. Оценка спектральной плотности мощности импульсных случайных процессов с помощью выборочных характеристических функций. Цифровая обработка сигналов. 2016. №4. с. 9-13.
3. Паршин В.С. Распознавание случайных сигналов при использовании в качестве признаков выборочных характеристических функций. Цифровая обработка сигналов. 2019. №2. с. 29-34.

ОЦЕНКА ОБЪЕМА ОБУЧАЮЩЕЙ ВЫБОРКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В КАЧЕСТВЕ ПРИЗНАКОВ РАСПОЗНАВАНИЯ СТАЦИОНАРНЫХ СИГНАЛОВ ВЫБОРОЧНЫХ ХАРАКТЕРИСТИЧЕСКИХ ФУНКЦИЙ

Е.О. Каревская

Научный руководитель – Паршин В.С.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В работе [1] предложено использовать в качестве признаков для распознавания случайных сигналов выборочные характеристические функции (ХФ). Обусловлено это следующим – алгоритмы, минимизирующие ошибку распознавания и основанные на отношении правдоподобия, требуют знания законов распределения распознаваемых сигналов. Наибольшую трудность вызывает аппроксимация многомодальных распределений. Некоторые методы аппроксимации, особенно при малых объемах выборки, в этом случае просто не работают.

Учтем, что ХФ является исчерпывающей характеристикой случайного процесса. По определению под ХФ случайной величины x понимается

$$\theta(j\omega) = M \exp\{j\omega x\},$$

где M - оператор математического ожидания.

Принимая за оценку $\hat{\theta}(\omega)$ ХФ соотношение

$$\hat{\theta}(j\omega) = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \exp(j\omega x_n) = \frac{1}{N} [\sum_{n=1}^N (\cos \omega x_n + j \sin \omega x_n)],$$

где $x_n, n = 1, N$ - выборочные значения случайной величины x ;

видно, что при увеличении N закон распределения оценки ХФ приближается к нормальному, независимо от вида закона распределения исходных данных. Это позволяет перейти от распознавания при непараметрической априорной неопределенности к распознаванию при параметрической априорной неопределенности.

В [1] приведены результаты распознавания стационарных случайных процессов используя в качестве признаков оценки ХФ. Однако остался открытым вопрос о необходимом объеме обучающей выборки [2,3].

В докладе приведены результаты моделирования, позволяющие определить объем обучающей выборки. В качестве модельных выбраны сигналы, предложенные в [1].

В качестве примера приведены вероятности ошибочного распознавания p стационарных случайных дельта-коррелированных процессов с нулевым средним и различными дисперсиями (рисунок 1). На рисунке обозначено: M - объем обучающей выборки, N - число отсчетов в обучающей выборке.

При моделировании приняты дисперсии распознаваемых сигналов для первого класса $D_1=1$, для второго класса $D_2=1,5$. Сплошными линиями показаны зависимости, полученные при использовании оптимального алгоритма, использующие в качестве признаков отсчеты распознаваемых сигналов. Пунктирными линиями показаны результаты распознавания, полученные при использовании в качестве признаков выборочных ХФ. Объем контрольной выборки составлял 1000 реализаций. И в том, и в другом случае решающие правила основаны на отношении правдоподобия.

Полученные при моделировании данные позволяют утверждать, что и при использовании оптимальных алгоритмов, основанных на использовании в качестве признаков отсчетов входного сигнала, и при использовании в качестве признаков выборочной характеристической функции объем обучающей примерно одинаков. Т.е. для распознавания сигналов достаточно иметь объем обучающей выборки 25-30 реализаций. Полученные при моделировании результаты хорошо согласуются с данными, полученными в работах [2,3].

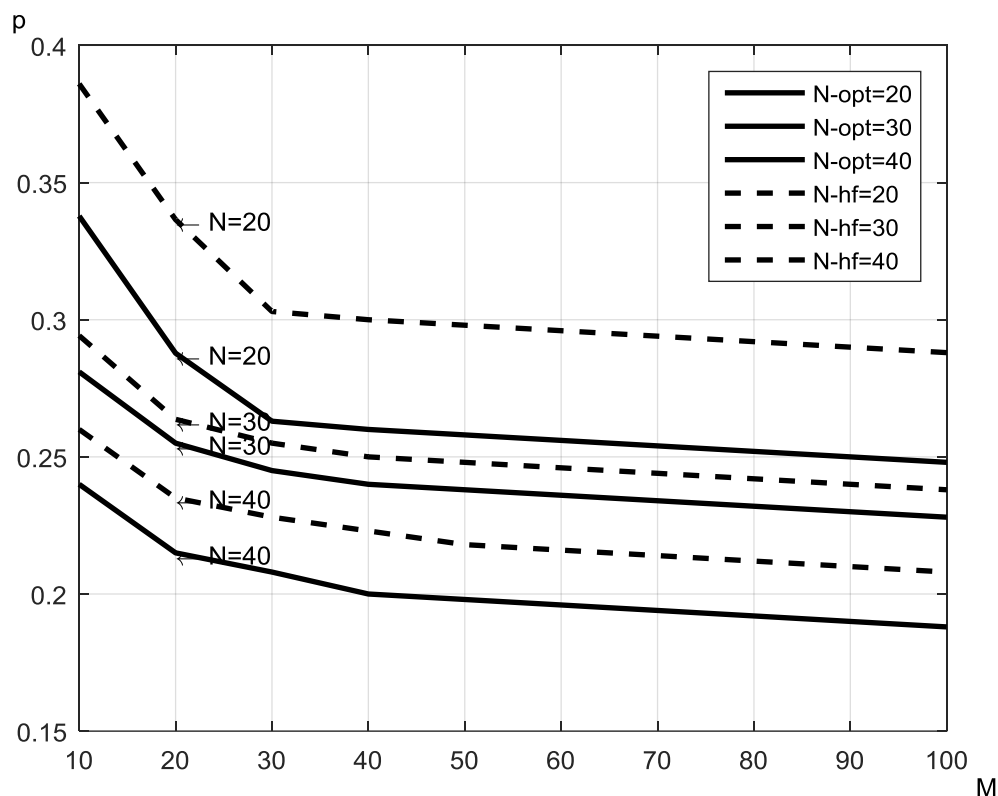


Рисунок 1 - Сравнение вероятностей ошибочного распознавания случайных сигналов

Библиографический список

1. Паршин В.С. распознавание случайных сигналов при использовании в качестве признаков выборочных характеристических функций. Цифровая обработка сигналов. 2019. №2. С. 29-34.
2. Егоров А.В., Паршин В.С. Оценка правильного распознавания стационарных случайных процессов в спектральной области при ограниченном объеме обучающей выборки. Научный вестник Московского государственного университета гражданской авиации. 2004. №74. С. 61-29.
3. Репин В. Г., Тартаковский Г.П. Статистический синтез при априорной неопределенности и адаптация информационных систем. – М.: Сов. радио, 1977, – 432 с.

РЕАЛИЗАЦИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СТРУКТУР РАДИОСИСТЕМ С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИЙ ВЧ МЭМС

С.И. Гусев, О.В. Конова

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе предложен вариант технической реализации разработанных алгоритмов оптимизации пространственных структур радиотехнической системы (РТС). Показано применение в РТС приемных систем с пространственной реконфигурацией, использующих технологии высокочастотных микроэлектромеханических систем (ВЧ МЭМС) и устройств в качестве фидерных и коммутирующих цепей.

Согласование пространственной структуры наблюдаемого поля и радиотехнической системы позволяет существенно повысить помехоустойчивость [1]. Вместе с тем, высокая чувствительность оптимальных пространственных

структур (ОПС) к отклонениям характеристик поля от предполагаемых не позволяет достигать предельной помехоустойчивости в случае нестационарных по пространству помех, а получаемые алгоритмы оптимизации обладают низкой вычислительной эффективностью [2].

Наличие дифракционных максимумов диаграммы направленности (ДН) антенной решетки (АР) приводит к многоэкстремальности целевой функции при синтезе ОПС [2], что позволяет отнести задачу синтеза ОПС к классу некорректных. Сильная зависимость оптимальных координат элементов АР от неточностей в исходных данных не позволяет непосредственно применить интерполяционные методы для определения координат антенной системы, что приводит к увеличению вычислительных затрат. Для устранения этих недостатков предложены регуляризованные алгоритмы оптимизации, позволяющие получить робастные пространственные структуры, при синтезе которых в качестве стабилизатора используется размер получаемой пространственной структуры, определяемой в соответствии с метрикой [3]. В статическом режиме обнаружен эффект стабилизации ОПС, что позволяет повысить вычислительную эффективность за счет применения интерполяционных методов при вычислении значений координат элементов АР. Показано повышение помехоустойчивости РТС с ОПС также в динамическом режиме работы в случае непрерывной и дискретной ОПС [4, 5].

В непрерывном варианте изменения координат механическое перемещение элементов АР в пространстве обладает инерционностью, которая учитывается при анализе динамики ОПС при нестационарных помехах. Для количественной оценки быстродействия перестройки пространственной структуры используется максимальное механическое перемещение элемента АР за один такт работы системы ОПС, а нестационарность помех оценивается угловым перемещением сектора расположения помех за тот же временной интервал. Установлено, что при больших значениях параметра быстродействия и при эквидистантном начальном положении элементов АР, введение регуляризации обеспечивает максимальное улучшение в помехоустойчивости до 6 дБ по сравнению со случаем ОПС без регуляризации.

Дискретная реконфигурация АР и, соответственно, ДН может быть получена с помощью многоантенной системы, состоящей из идентичных антенн, например, часто расположенных тонких вибраторов с избыточным количеством и различным пространственным расположением. Фидерная часть может быть представлена набором ВЧ МЭМС-переключателей, для различных дискретных конфигураций подключения которых, формируется ДН для каждого режима работы и необходимых угловых направлений.

Одним из вариантов реализации изменения положения элементов приемной системы предлагается использовать реконфигурируемые антенные фидерные цепи. Использование ВЧ МЭМС-компонентов в фидере одиночного приемного элемента или многоэлементной системы является эффективным подходом к обеспечению возможности реконфигурации, рисунок 1.

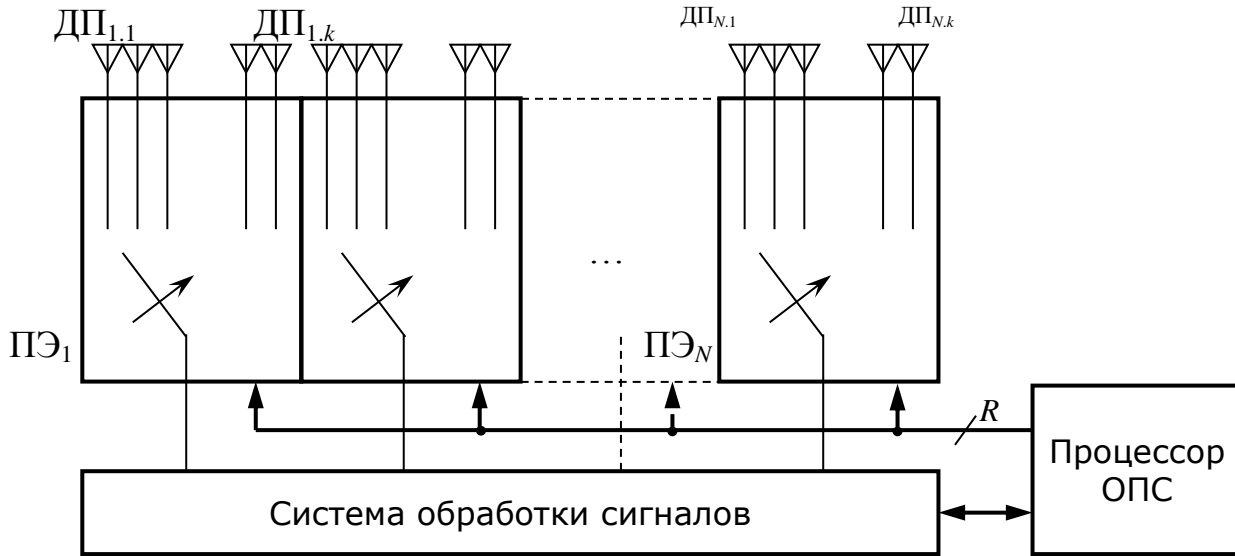


Рисунок 1 – РТС с дискретной пространственной реконфигурацией приемных элементов

В системе с избыточным количеством датчиков поля фидерные ВЧ МЭМС цепи можно использовать для переключения между различными элементами в группе. Таким образом, в каждой группе из K элементов дискретно по пространству формируется положение элемента. В целом получаем малоэлементную, по количеству N управляемых фидеров, приемную систему.

Использование ВЧ МЭМС-компонентов в фидерах одиночной антенны или многоантенной системы является эффективным подходом обеспечения возможности реконфигурации. В системах с одной антенной перестраиваемые фидеры могут быть использованы для регулировки входного импеданса антенны, в многоэлементных антенных системах фидерные цепи можно использовать для переключения между различными элементами АР, чтобы изменять пространственные характеристики при приеме и излучении.

Библиографический список

1. Паршин Ю.Н., Гусев С.И. Оптимальный прием дискретных сообщений системой обработки с оптимальной пространственной структурой // Радиотехника и электроника. 2000. Т. 45, №3. - С. 305-312.
2. Паршин Ю.Н., Гусев С.И. Влияние сигнально-помеховой ситуации на оптимальную пространственную структуру антенной системы // Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии. №4. 1998. С. 117-120.
3. Паршин Ю.Н., Лавров А.М., Гусев С.И. Синтез робастных пространственных структур радиосистем с использованием регуляризации // Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии. № 6. 2000. С. 11-14.
4. Паршин Ю.Н., Гусев С.И. Исследование динамического режима оптимизации пространственных структур радиосистем // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. № 18. 2006. С. 22-26.
5. Гусев С.И. Оценка влияния взаимных импедансов элементов антенной решетки на скорость адаптации в радиосистеме с оптимизацией пространственной структуры // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2013. № 46-2. С. 106-108.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Для перспективных радиосистем передачи информации (РСПИ) необходимо повышение как помехоустойчивости, так и структурной скрытности передаваемых сигналов. В интересах адаптации РСПИ к действию совокупности аддитивного «белого» гауссовского шума (АБГШ) и других мешающих факторов (в том числе и узкополосных помех (УП)) целесообразно применять многокритериальный синтез радиосигналов с провалом в спектральной плотности мощности на частотах действия помехи [1]. При этом особое внимание следует уделить дополнительному увеличению структурной скрытности радиоканала. Это, в свою очередь, затруднит распознавание типа радиосигнала и приведет к невозможности несанкционированного перехвата передаваемой информации или постановки эффективной (сигналоподобной) помехи. Для достижения увеличения структурной скрытности целесообразно потребовать максимизацию расстояний в пространстве сигналов между классом синтезируемых радиосигналов \mathbf{S}_{opt} и точками \mathbf{S}_ζ , соответствующими известным видам модуляции. При этом при превышении таким расстоянием величины, равной минимальному евклидову расстоянию между элементами канального алфавита для QPSK-сигнала d_{QPSK}^{min} , дальнейшая максимизация его значения не будет приводить к дополнительной структурной скрытности, и, следовательно, целесообразно исключить данное расстояние из рассмотрения на текущей итерации. Кроме того, стоит отметить, что для каждого известного вида модуляции вычисляется матрица взаимных (с синтезируемым радиосигналом) евклидовых расстояний $\mathbf{D}_2(\mathbf{S}_\zeta, \mathbf{S}_{opt})$, а для выполнения численной оптимизации, как правило, необходимо использовать скалярное значение целевой функции. При рассмотрении минимального значения из матрицы $\mathbf{D}_2(\mathbf{S}_\zeta, \mathbf{S}_{opt})$ в целевой функции возникает минимаксная метрика, которая приводит к появлению множества локальных оптимумов и в целом затрудняет оптимизацию [2]. Предлагается для преодоления данного недостатка вычислять среднее по ансамблю от матрицы взаимных евклидовых расстояний (при помощи оператора $\mathbf{M}[\square]$). И, наконец, для учета нескольких (количество которых обозначим L) известных видов модуляции в данном критерии необходимо рассматривать взвешенную сумму соответствующих частных критериев (здесь вес определяет важность структурной защиты от определенного сигнала), однако при равнозначности рассматриваемых частных критериев возможно вычисление по ним среднеарифметического значения. Тогда данный критерий можно записать в следующем виде:

$$k_{si}(\mathbf{S}_{opt}) = \frac{1}{L} \sum_{\zeta=1}^L \mathbf{M} \left[\left\{ \mathbf{D}_2(\mathbf{S}_\zeta, \mathbf{S}_{opt}) \mid d_2(s_{\zeta,i}, s_{opt,j}) < d_{QPSK}^{min} \right\} \right] \rightarrow \max_{\mathbf{S}_{opt}} \quad (1)$$

$$d_2(s_{\zeta,i}, s_{opt,j}) \in \mathbf{D}_2(\mathbf{S}_\zeta, \mathbf{S}_{opt}), \quad s_{\zeta,i} \in \mathbf{S}_\zeta, \quad s_{opt,j} \in \mathbf{S}_{opt}, \quad i, j = \overline{1, M_N}.$$

где $d_2(s_{\zeta,i}, s_{opt,j})$ – взаимное евклидово расстояние между i -ым ($s_{\zeta,i}$) и j -ым ($s_{opt,j}$) элементами канальных алфавитов соответственно для известного \mathbf{S}_ζ и синтезируемого сигналов \mathbf{S}_{opt} ; M_N – позиционность радиосигналов, которая как правило, соответствует объему канального алфавита.

В качестве известных видов модуляции предлагается рассмотреть такие широко распространенные на практике сигналы как фазоманипулированные: QPSK, QPSK с формой элементарного импульса $p_1(t) = \sin(\pi t / T_s)$, (T_s – символный интервал), QPSK ($p_2(t) = \sin^2(\pi t / T_s)$); частотно-манипулированные: FSK-4 с

индексом модуляции $h=0.5$, FSK-4 ($h=1$); перспективные: FQPSK (Feher-patented quadrature phase-shift keying).

В состав комбинированного критерия качества входили частные критерии, отвечающие за ослабление действия узкополосных помех; помехоустойчивость при АБГШ, а также обеспечивающие минимизацию внеполосного излучения и максимизацию структурной скрытности формируемого сигнала [3-7]. Применение критерия структурной скрытности радиосигналов позволило увеличить вероятность битовой ошибки от набора детекторов известных типов сигналов на 25%. Помимо высокой структурной скрытности, обеспечивается значительная помехоустойчивость путем эффективной адаптации РСПИ к действию УП: в условиях воздействия АБГШ и УП (вплоть до отношения сигнал-помеха -10 дБ) реализовывалась помехоустойчивость на уровне сигнала с QPSK при воздействии только АБГШ.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-36538.2018.9 (соглашение №.075-02-2018-681 от 16.11.2018 г.).

Библиографический список

1. Лисничук А. А. Процедура многокритериального синтеза сигналов с прямым расширением спектра для адаптации когнитивных радиосистем передачи информации к сложной помеховой обстановке // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 9-15.
2. Гуткин Л.С. Оптимизация радиоэлектронных устройств по совокупности показателей качества. – М.: Сов. радио, 1975. – 368 с.
3. Кириллов С. Н., Лисничук А. А. Многокритериальный синтез 16-позиционных радиосигналов на основе канального алфавита в интересах адаптации радиосистем передачи информации к узкополосным помехам // Радиотехника. 2018. № 5. С. 4-12.
4. Кириллов С. Н., Лисничук А. А. Сравнительный анализ воздействия узкополосных помех на когнитивные радиосистемы передачи информации на основе синтезированных четырехпозиционных радиосигналов // Радиотехника. 2018. № 5. С. 30-35.
5. Лисничук А. А., Кириллов С. Н. Анализ характеристик когнитивных радиосистем передачи информации при адаптации к действию узкополосных помех на основе синтезированных четырехпозиционных радиосигналов // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 3-8.
6. Кириллов С. Н., Лисничук А. А. Многокритериальный синтез сигнально-кодовых конструкций на основе зависимых сигналов для адаптации радиосистем передачи информации к действию узкополосных помех // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2017. № 4. С. 3-12.
7. Кириллов С. Н., Лисничук А. А. Многокритериальный синтез класса цифровых структурно-защищенных радиосигналов // Цифровая обработка сигналов, № 2, 2019. С. 21-24.

РАЗРАБОТКА ПРОЦЕДУРЫ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОГО СИНТЕЗА СИГНАЛЬНО-КОДОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ НА ОСНОВЕ БИТОВОГО ПЕРЕМЕЖЕНИЯ

А.А. Лисничук, к.т.н.

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Радиосистемы передачи информации на практике функционируют в условиях действия различного рода помех. Одним из специфических мешающих

факторов является импульсная пакетная сигналоподобная помеха (ИПСП), представляющая собой преднамеренное или случайное воздействие от радиосистем, ведущих передачу в пакетном режиме в совпадающем частотно-временном диапазоне. При этом данный тип помех обладает, с одной стороны, выраженным импульсным характером, а с другой – структурной схожестью с полезным радиосигналом. В радиолиниях, подверженных влиянию замираний, сравнительно высокие показатели качества реализуют радиосистемы, осуществляющие передачу данных с помощью сигнально-кодовых конструкций (СКК) на основе битового перемежения (Bit-Interleaved Coded Modulation – BICM) [1, 2]. При этом стоит отметить, что и в случае воздействия различного рода импульсных помех представляется целесообразным применение систем с перемежением. Однако данные радиосистемы передачи информации все же не реализуют предельно возможные характеристики в условиях действия ИПСП, параметры которых могут иметь некоторую структурную схожесть с используемыми типами сигналов (одинаковые: длительность символьных интервалов, вид и позиционность модуляции и пр.), а кроме того способны изменять свои характеристики с течением времени. При обозначенных выше условиях целесообразно производить адаптацию к действию ИПСП интеллектуальных систем передачи информации (ИСПИ) за счет многокритериального синтеза СКК на основе битового перемежения путем определения канального алфавита (КА), так как, во-первых, это обеспечит высокую эффективность адаптации и скорость изменения параметров рассматриваемых радиосистем [3, 4], а, во-вторых, в полной мере позволит использовать преимущества, реализуемые за счет битового перемежения.

Рассмотрение многокритериального подхода к синтезу СКК позволит более эффективно задавать компромисс между важными характеристиками ИСПИ: помехоустойчивостью, спектральной и энергетической эффективностями [3-5]. Одним из удобных методов решения многокритериальных задач является переход к синтезу радиосигналов на основе взвешенной суммы [6] критериев качества:

$$J_B = \sum_{i=1}^4 c_i M_i K_i = c_1 M_1 \langle V(\mathbf{s}_k, \mathbf{n}_l) \rangle + c_2 M_2 / \rho_s + c_3 M_3 \eta(G_S(f), G_M(f)) + c_4 M_4 D_s / \mu_s^2, \quad (1)$$

$$\sum_{i=1}^4 c_i = 1, \quad c_i, M_i > 0,$$

где c_i, M_i – соответственно весовые и масштабирующие коэффициенты (приводящие в одинаковый динамический диапазон) для каждого входящего критерия качества K_i ; $\mathbf{s}_k, \mathbf{n}_l$ – соответственно элементы КА синтезируемой СКК (S) и действующей ИПСП; $V(\mathbf{s}_k, \mathbf{n}_l)$ – взаимно-корреляционная функция синтезируемой СКК и мешающего сигнала; $\langle \cdot \rangle$ – оператор усреднения по ансамблю; ρ_s – среднее значение всех возможных попарных евклидовых расстояний между составляющими КА; $\eta(\square)$ – «штрафная» функция, ограничивающая превышение внеполосным излучением сигнала специальной функции $G_M(f)$; $G_S(f)$ – текущая нормированная спектральная плотность мощности (СПМ) радиосигналов; D_s, μ_s – соответственно дисперсия и математическое ожидание мгновенной мощности сигнала, задаваемого элементами КА.

При проведении имитационного моделирования многокритериального синтеза (путем минимизации целевой функции (1) при помощи квазиньютоновского метода оптимизации) и процесса передачи СКК на основе битового перемежения для каждого значения порога помехоустойчивости накапливалось не менее 100 ошибочных бит, кроме того, статистика набиралась

по 100 реализациям смеси СКК, АБГШ и помех. Показано, что при вероятности битовой ошибки $P_b = 10^{-3}$ синтезированные СКК на основе битового перемежения обеспечивают выигрыш в сравнении с известными СКК (VICM) по отношению сигнал-помеха более чем на 4 дБ при действии АБГШ и ИПСП (сигнал с PSK-8, длительность символьного интервала T_s соответствовала данному параметру для синтезируемой СКК, средняя длительность ИПСП равнялась $200 \cdot T_s$, ИПСП действовала в течение 40 % времени передачи данных, средняя частота равнялась несущей частоте СКК). Кроме того, при небольшом выигрыше (0,7 дБ) в значениях пик-фактора синтезированные СКК хотя и имеют большую (на 32 %) ширину спектра на уровне -30 дБ (в том числе и за счет дополнительного улучшения помехоустойчивости к АБГШ), но обеспечивают меньшую ширину СПМ на уровне -60 дБ более чем на 35 % (в сравнении со спектрально-эффективной СКК VICM PSK-8 с элементарным импульсом $p_2(t) = \sin^2(\pi t / T_s)$, $0 \leq t \leq T_s$). Работа выполнена при поддержке гранта Президента РФ № МК-36538.2018.9 (соглашение №.075-02-2018-681 от 16.11.2018 г.).

Библиографический список

1. Zehavi E. 8-PSK trellis codes for a Rayleigh channel // IEEE Transactions on Communications. 1992. Т. 40. №. 5. С. 873-884.
2. Caire G., Taricco G., Biglieri E. Bit-interleaved coded modulation // IEEE transactions on information theory. 1998. Т. 44. №. 3. С. 927-946.
3. Лисничук А.А. Процедура многокритериального синтеза сигналов с прямым расширением спектра для адаптации когнитивных радиосистем передачи информации к сложной помеховой обстановке // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2018. № 66-1. С. 9-15.
4. Кириллов С.Н., Лисничук А.А. Процедуры многокритериального синтеза сигналов с прямым расширением спектра для адаптации когнитивных радиосистем передачи информации к полосовым помехам // Радиотехника. 2019. Т. 83. № 5(6). С. 137-144.
5. Kirillov S. N., Lisnichuk A. A. Multi-criteria signal synthesis procedure for adapting cognitive radio systems to the influence of interfering factors in the Arctic // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. IOP Publishing, 2019. Т. 302. №. 1. С. 012059.
6. Гуткин Л. С. Оптимизация радиоэлектронных устройств. М.: Сов. Радио, 1975. 368 с.

ТИПЫ ДОПЛЕРОВСКИХ СПЕКТРОВ В МНОГОЛУЧЕВЫХ КАНАЛАХ

Н.Е. Новичихин

Научный руководитель – Ксендзов А.В., к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Моделируя мобильные радиоканалы, часто упрощают ситуацию, предполагая, что распространение электромагнитных волн происходит в горизонтальной двумерной плоскости. Кроме того, часто делается идеализированное предположение, что углы прихода равномерно распределены в интервале от 0 до 2π . Таким образом, для всенаправленных антенн мы можем рассчитать доплеровскую спектральную плотность мощности следующим образом:

$$S(f) = \frac{1}{\pi f_D \sqrt{1 - \left(\frac{f}{f_D}\right)^2}}$$

где f_d – максимальная доплеровская частота.

В литературе эту спектральную плотность мощности часто называют доплеровским спектром Джейкса. Этот спектр является четной функцией и заключен в интервале $[-f_d, f_d]$. Профиль доплеровского спектра, имеет форму “чаши” что видно из рисунка 1, острота и крутизна границ спектра является следствием резкого верхнего предела доплеровского сдвига, вызванного перемещением антенны среди стационарных рассеивающих элементов в модели плотного размещения. Уравнение было введено для согласования экспериментальных данных, собранных для каналов мобильной радиосвязи. Однако для различных помеховых обстановок профили спектра различны[1].

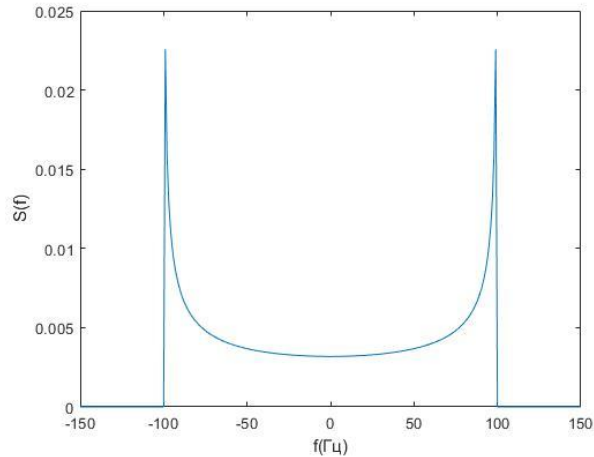


Рисунок 1 – Доплеровский спектр Джейкса для $f_d=100$ Гц

Для областей внутри помещения предполагается, что спектр является равномерным и аналитически его можно записать как:

$$S(f) = \frac{1}{2f_d}$$

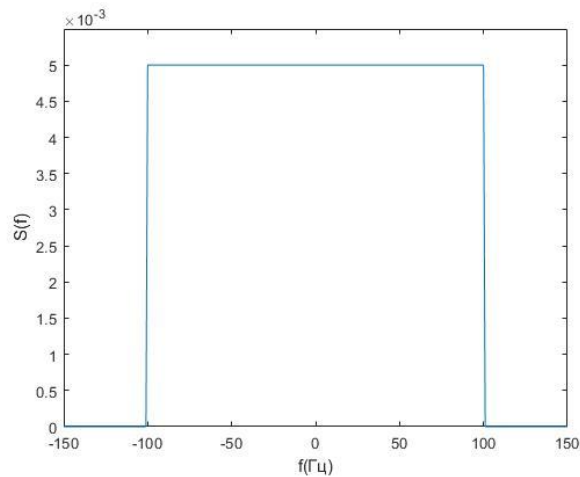


Рисунок 2 – Плоский доплеровский спектр для $f_d=100$ Гц

Гауссовский спектр мощности считается хорошей моделью для многолучевых каналов с большими задержками. Он также часто используется в качестве модели для авиационного или спутникового канала связи. Гауссовский доплеровский спектр мощности аналитически определяется как:

$$S(f) = \frac{1}{f_c} \sqrt{\frac{\ln 2}{\pi}} e^{-\ln 2 \left(\frac{f}{f_c}\right)^2}$$

где f_c – обозначает частоту среза 3 дБ.

Если $f_c = f_d \sqrt{\ln 2}$ то доплеровское расширение спектра мощности Гаусса становится равным доплеровскому разбросу спектра мощности Джейкса.

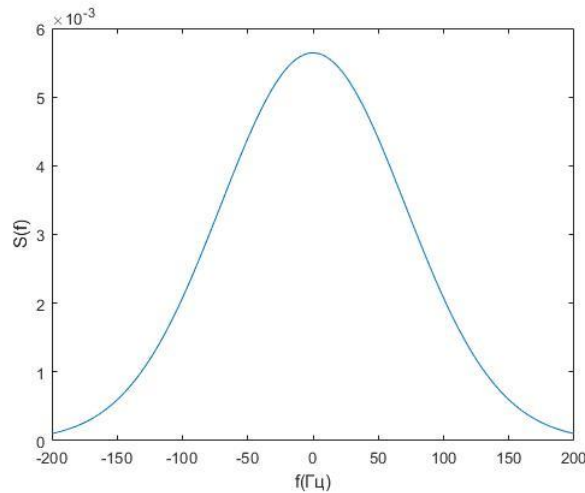


Рисунок 3 – Гауссовский спектр мощности для $f_d=100$ Гц, при $f_c = f_d \sqrt{\ln 2}$

Библиографический список

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение. / Бернанд Скляр пер. с англ. – М: Вильямс, 2003. – 1104с.

ПРИМЕНЕНИЕ СКРЫТЫХ МАРКОВСКИХ МОДЕЛЕЙ В АЛГОРИТМАХ НИЗКОСКОРОСТНОГО КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ

С.О. Алексенко

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина

Наиболее простая, понятная и быстрая коммуникация между людьми происходит посредством речи. В настоящее время существует необходимость создания алгоритма низкоскоростного кодирования, который сможет обеспечить голосовую связь в условиях, когда пропускная способность не превышает ста бит в секунду. Такие системы связи могут применяться в системах специальной связи, военной и космической отраслях.

Скрытые марковские модели (СММ) описывают стохастические процессы, для работы с которыми не существует точных математических представлений, а их свойства изменяются за единицу времени по каким-либо статистическим законам или в случайно. Задача такой модели – изучение статистических особенностей процесса и максимально возможное исключение отклонений [1]. Наиболее широкой сферой применения СММ являются различные алгоритмы и программы для распознавания речи.

В процессе работы любой системы распознавания речи выделяются три этапа: выделение признаков, обучение, распознавание.

На первом из этих этапов из исходного сигнала необходимо получить его сжатое описание (вектор признаков). В этом описании должны присутствовать только та информация, которая необходима для распознавания. Получившуюся последовательность векторов принято называть акустической или наблюдаемой. С помощью этой последовательности человек передает некую цепочку слов. На втором этапе, для её решения, составляется некоторая модель λ , которая

способна породить все возможные акустические последовательности для существующих цепочек слов. Получается, что для распознавания речи необходимо проверить все существующие цепочки слов.

СММ определяется как функция трёх аргументов $\lambda = (\pi A B)$, где A – матрица вероятностей переходов, которая состоит из элементов a_{ij} – вероятностей перехода из состояний i в j , B – матрица вероятностей наблюдений выходных значений, а π – вектор вероятностей начальных состояний, состоит из компонент π_i – вероятностей нахождения в i -м состоянии в начальный момент времени [2].

На основе скрытых марковских моделей могут быть составлены различные статистические модели фонем, слов или целых предложений. В большинстве языков, в том числе и в русском, фонемы могут звучать по-разному, в зависимости от их положения относительно других фонем. Это явление получило название коартикуляция. Существует два вида моделей звукообразования: монофоны (коартикуляция не учитывается, каждая фонема обрабатывается отдельно) и трифоны (коартикуляция учитывается путем составления отдельных моделей для разных комбинаций фонем) [3]. Чаще всего составляется сначала СММ для трифонов, потом путем «склеивания» составляется модель для отдельно стоящих слов, а далее таким же образом получается модель описывающая целые предложения с учетом грамматики языка. Такой путь подходит для реализации алгоритма распознавания слитной речи [4].

В системах связи с небольшой пропускной способностью, в которых при этом требуется передача голосовых сообщений, целесообразно использовать алгоритм анализа и синтеза речи на основе СММ. На вход системы при этом должен поступать естественный речевой сигнал, который с помощью абонентского оборудования распознается и преобразуется в текст. По линии связи передается закодированное текстовое сообщение, так как для его передачи требуется более низкая пропускная способность, чем для звукового. А на выходе системы с помощью синтезатора речи сообщение преобразуется обратно в звук и принимается абонентом.

Такая система связи может обеспечивать канал звуковой связи, при этом его пропускная способность не должна превышать 100 бит в секунду, в то время, как для передачи речевого сообщения в системах ТФОП потребовался бы канал с пропускной способностью не менее 64 килобит в секунду. Таким образом, использование алгоритма анализа и синтеза речи на основе СММ может снизить требование к пропускной способности звукового канала примерно в 640 раз.

Библиографический список

1. Д. А. Тимофеев, А. В. Самочадин Описание процессов разработки программ с помощью скрытых марковских моделей - Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Информатика. Телекоммуникации. Управление, 2017.
2. И. В. Огнев, П. А. Парамонов Распознавание речи методами марковских скрытых систем в Ассоциативной Осцилляторной Среде - Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. № 3 (27), 2013.
3. Л. Р. Рабинер скрытые марковские модели и их применение в избранных приложениях при распознавании речи: Обзор – ТИИЭР, т.77, №2, 1989.
4. А.В. Фролов, Г.В. Фролов Синтез и распознавание речи. Современные решения, 2003.

ОБЗОР МОДЕЛЕЙ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОСИГНАЛОВ В ПОМЕЩЕНИЯХ

И.А. Хмелев

Научный руководитель – Паршин А.Ю.

канд. техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Одной из основных задач при проектировании систем беспроводной связи внутри помещений является моделирование распространения сигнала.

Несмотря на то, что основные принципы распространения радиоволн внутри помещений схожи с распространением вне помещений, существуют определенные особенности:

1. Распространение радиоволн в большей степени характеризуется такими явлениями как отражение, дифракция и рассеяние, что обусловлено большим количеством препятствий на пути распространения сигнала, таких как стены, мебель, рабочий персонал и так далее.

2. Объем пространства, в котором происходит распространение радиосигнала внутри помещений существенно меньше, чем вне помещений.

Типичный подход для разработки модели прогнозирования уровня принимаемого сигнала (RSSI) заключается в проведении измерений затухания радиосигнала в конкретной среде распространения. Далее, на основании анализа полученных данных возможна разработка модели распространения радиоволн.

В работе рассмотрены наиболее широко известные на данный момент модели распространения, позволяющие теоретически рассчитать потери мощности радиоволн внутри зданий с учетом их планировки, применяемых строительных материалов, числа и типа препятствий. Их можно разделить на эмпирические, статистические, детерминированные и полудетерминированные модели.

К эмпирическим относится модель с одним наклоном (One-slope model), которая позволяет произвести быстрый расчет средней мощности сигнала внутри здания при отсутствии информации о планировке здания:

$$L(d) = L_{FS} + 10n \cdot \lg\left(\frac{d}{d_0}\right), dB \quad (1)$$

где, $d_0 = 1$ м – эталонное расстояние;

L_{FS} – потери в свободном пространстве на расстоянии d_0 ;

n – коэффициент, зависящий от типа помещения, количества препятствий и их материала.

При наличии препятствий в виде стен используется модель Motley-Keenan:

$$L(d) = L_M + 10n \cdot \lg(d) + k_W L_W, dB \quad (2)$$

где, L_M – измеренная потеря мощности сигнала на расстоянии 1 м;

k_W – количество пройденных одноподобных препятствий (стен);

L_W – потеря мощности сигнала при прохождении через одноподобное препятствие (стену).

К сожалению, однокольцевая модель и Motley-Keenan не могут точно предсказать значений мощности сигнала на всех участках сети, даже если они расположены на одном и том же расстоянии от передатчика. Это связано с тем, что эти сигналы могут иметь совершенно разный уровень помех из-за местных препятствий, таких как мебель, перегородки и в результате подвергаться эффектам затенения. Случайные эффекты затенения описываются моделью логнормального затенения (Log-normal shadowing model):

$$L(d) = L_{FS} + 10n \cdot \lg\left(\frac{d}{d_0}\right) + X_\sigma, dB \quad (3)$$

где, X_σ – случайная величина с гауссовским распределением с нулевым средним и стандартным отклонением (в dB);

d – расстояние между передатчиком и приемником, м;

d_0 – эталонное расстояние между передатчиком и приемником (1 м);

l – показатель потерь на трассе.

Детерминированные модели моделируют реальные физические явления распространения радиоволн и основаны на уравнениях Максвелла, описывающих поведение электромагнитного поля и учитывающих конкретную среду распространения. Поэтому, они обычно обладают высокой степенью точности. Их недостатком является высокая вычислительная нагрузка. Кроме того, погрешность описания сценария при помощи детерминированных моделей зависит от свойств самого сценария.

Полудетерминированные модели представляют собой комбинации детерминированных и стохастических или эмпирических моделей. Они нацелены на повышение эффективности и уменьшение вычислительной нагрузки детерминированных моделей.

Таким образом, существует большое количество подходов к решению задачи моделирования распространения радиосигнала в помещениях. Для наиболее точного прогнозирования уровня принимаемого сигнала следует учитывать множество факторов, и для корректного выбора модели распространения радиосигнала и ее параметров требуется проведение измерительных мероприятий в конкретной среде распространения.

Библиографический список

1. Meiling L. U. O. Indoor radio propagation modeling for system performance prediction: дис. – INSA de Lyon, 2013.
2. Saunders S.R. Antennas and propagation for wireless communication systems. England: John Wiley & Sons Ltd, 2007.
3. Motley A., Keenan J. Indoor Propagation Models // COST Action 231: Digital mobile radio towards future generation systems: Final report. 1999.
4. РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R P.1238-8. Данные о распространении радиоволн и методы прогнозирования для планирования систем радиосвязи внутри помещений и локальных зонных радиосетей в частотном диапазоне 300 МГц – 100 ГГц.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА СБОРА И ПЕРЕДАЧИ ПЕРСОНАЛЬНОЙ КАРДИО ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

К. В. Грибко

Научный руководитель – Покровский П. С., к.т.н
**Рязанский государственный радиотехнический
 университет им. В. Ф. Уткина**

В докладе рассматривается разработка прототипа устройства позволяющего получать кардио сигнал, отдельно взятого человека, обрабатывать его и передавать данные по радиоканалу на персональный компьютер, для дальнейшего анализа.

В последнее время ученые сосредоточены на разработке нового вида биометрического распознавания, а именно на электрической активности человеческого сердца. Под влиянием различных физиологических факторов, таких как анатомия сердца, вес, пол, возраст, состояния здоровья складывается индивидуальность кардио сигнала отдельно взятого человека [1].

Наиболее распространенным сегодня способом получения кардио сигнала носимыми устройствами является оптический или фотоплетизмография. Фотоплетизмография основана на получении кардио сигнала человека с использованием светодиодов и фотодиодов. Светодиод излучает свет на тело человека, который поглощается различными тканями организма, в том числе

кровью. При этом кровь поглощает больше света, чем, кожный покров. Под действием артериальной пульсации кровотока происходит сужение и расширение сосудов, что в свою очередь ведет к изменению амплитуды получаемого с выхода фотоприемника сигнала. Чем больше кровяной поток, тем меньше света поглощается в тканях организма, следовательно, больше света приходит на фотодиод [2].

На рисунке 1 представлена структурная схема разрабатываемого устройства. Схема состоит из следующих модулей: модуль светодиодов, который включает в себя две светодиода, модуль фотодиодов содержит два фотоприемника и соответствующие предусилители. Два оптических канала необходимы для измерения степени насыщения кислородом крови, то есть для измерения сатурации, один оптический канал видимого диапазон длин волн, другой инфракрасного диапазона. Третий модуль – модуль обработки сигнала, содержит в себе блок усиления, блок DC/DC преобразователя и блок АЦП. В качестве контроллера был выбран одноплатный компьютер Raspberry Pi Zero W.

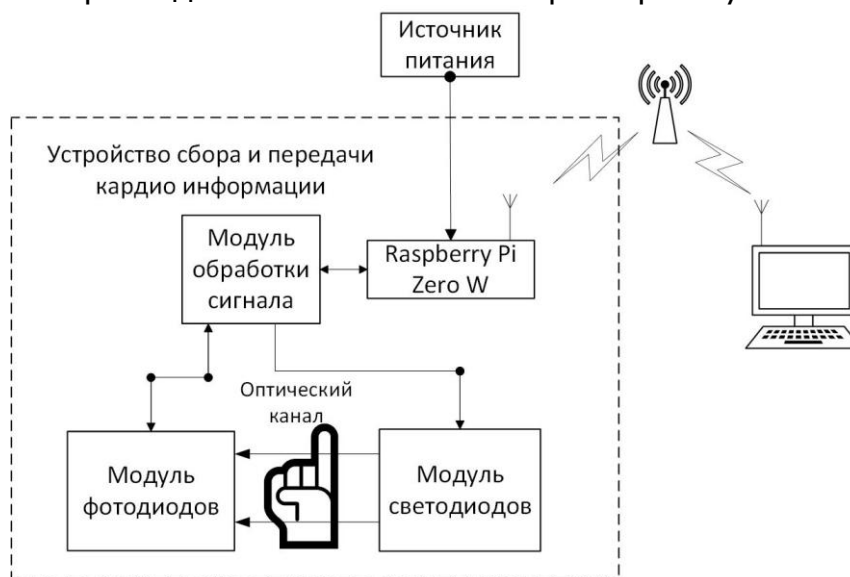


Рисунок 3 - Структурная схема устройства

Таким образом, принцип работы схемы заключается в следующем: не поглощенный свет поступает на фотодиод. Сигнал с фотодиода обрабатывается и передается на АЦП, где преобразуются в цифровую форму. Затем, с АЦП он поступают на одноплатный компьютер, где подготавливается для отправки на персональный компьютер по радиоканалу стандарта IEEE 802.11. На персональном компьютере пришедший сигнал анализируется для последующих выводов.

Библиографический список

1. Артем Александрович Астапов, Д. В. Давыдов, А. И. Егоров, Д. В. Дроздов, Е. М. Глуховский Биометрическая идентификация, основанная на ЭКГ: некоторые современные подходы // Вестник РГМУ. 2016. №1.
2. Федотов А.А., Акулов С.А. Измерительные преобразователи биомедицинских сигналов систем клинического мониторинга. – М.: Радио и связь, 2013. – 250 с. – ISBN 978-5-89776-016-9.

ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ШУМОВ И ПОМЕХ В КАНАЛЕ СВЯЗИ НА КАЧЕСТВО РЕЧИ НА ВЫХОДЕ АЛГОРИТМА SPEEX

В.С. Бахметьев

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

кандидат тех. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В настоящее время широко распространены алгоритмы с переменной скоростью передачи, к таким алгоритмам относится Speex. Данный алгоритм относится к классу CELP кодеков, построенных на основе линейного кодирования с предсказанием. Speex является аудио кодеком, построенном на основе свободного программного обеспечения, который обеспечивает высокую степень сжатия с хорошим качеством звука для кодирования и декодирования речи.

Данный кодек оптимизирован для получения высококачественного речевого сигнала при низких скоростях, а также хорошо адаптирован к интернет-приложениям. Проведены исследования качества речевого сигнала на выходе под воздействием трех различных видов АШ (широкополосный, импульсный, узкополосный) с различным отношением сигнал-шум (ОСШ). Оценка качества проводилась с помощью алгоритма объективной оценки качества PESQ.

Исследование осуществлялось на скоростях передачи 2150, 15000, 24600 бит/с при ОСШ пределах от 10 дБ до 40 дБ для каждого вида АШ. В результате исследования показано, что наиболее высокие показатели качества речевого сигнала наблюдаются при воздействии узкополосного АШ, а наиболее низкое при воздействии широкополосного АШ. Так же проведено исследование влияние искажений в канале связи на алгоритм кодирования Speex. Исследование проводилось на скорости передачи 2150, 24600 бит/с при различных вероятностях потери пакетов. В результате исследования показано, что при скорости передачи 2150 бит/с класс качества речи достигает плохого качества при вероятности потери пакетов более 40%, а при скорости передачи 24600бит/с, при вероятности потери пакетов более 50%.

Проведены исследования Speex в реальных условиях, при одновременном воздействии шума и потери пакетов. Исследования проводилось под воздействием трех различных АШ (широкополосный, импульсный, узкополосный) с различным ОСШ в пределах от 10 дБ до 40 дБ, на скорости передачи 2150, 24600 бит/с при всех вероятностях потери пакетов. В результате исследования было обнаружено, что при скорости передачи 2150 бит/с класс качества речи становится равным 4 при вероятности потери пакетов более 25% для всех видов АШ, а для скорости передачи 24600 бит/с, при вероятности потери пакетов более 35%. В результате анализа полученных зависимостей показана перспективность применений кодеков с переменной скоростью передачи в современных сетях с коммутацией пакетов. Показано что применение данных кодеков позволяет реализовывать адаптивное кодирование речевых сигналов при воздействии акустических шумов и помех в канале связи.

ДВУХКРИТЕРИАЛЬНЫЙ СИНТЕЗ ЗАКОНА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МОЩНОСТИ ПОДНЕСУЩИХ ЧАСТОТ OFDM СИМВОЛА ПРИ НАЛИЧИИ ЧАСТОТНО-СЕЛЕКТИВНЫХ ЗАМИРАНИЙ

И.В. Лукашин

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д.т.н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Основным направлением развития беспроводных систем передачи информации (СПИ) согласно отчету ITU-R M.2242 [1] является применение технологии «когнитивного радио». В соответствии с данной технологией СПИ должна получать знания о своей среде эксплуатации, динамически и автономно корректировать свои параметры для достижения заранее поставленных целей и обучаться на основе полученных результатов. Для реализации высокоскоростной когнитивной СПИ целесообразно использовать технологию OFDM [2, 3]. Данная технология позволяет осуществить адаптацию частотной и временной структуры передаваемого сигнала к каналу передачи информации (КПИ), что снижает влияние частотно-селективных замираний и узкополосных помех, возникающих при совместном использовании различными радиослужбами одного диапазона частот.

Одним из способов снижения влияния помех является синтез распределения мощности поднесущих частот (РМПЧ) OFDM сигнала (Water Filling) [3]. Данный подход основывается на формировании в спектре передаваемого OFDM сигнала «провалов» в области действия частотно-селективных замираний и различных радиослужб. Формирование РМПЧ OFDM сигнала осуществляется на основе информации о форме амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) КПИ, полученной на приемной стороне. Для уменьшения чувствительности процедуры синтеза РМПЧ OFDM символа к ошибкам оценки АЧХ КПИ, возникшим в силу движения приемного и передающего устройства, а также окружающей обстановки, наличия шумов приемного устройства, необходимо произвести модификацию известной процедуры синтеза РМПЧ OFDM символа [3].

Целью работы является синтез РМПЧ OFDM сигнала в интересах уменьшения чувствительности к ошибкам оценки АЧХ КПИ.

В интересах снижения чувствительности известной процедуры формирования РМПЧ OFDM сигнала [3] к ошибкам оценки АЧХ КПИ предложено дополнительно использовать критерий качества, контролирующей дисперсию РМПЧ OFDM сигнала. В этом случае вариационная задача имеет вид

$$Z(\lambda_1, \lambda_2, P(n)) = Z_1(P(n)) - \lambda_1 Z_2(P(n)) - \lambda_2 Z_3(P(n)), \quad P(n) \geq 0, n = \overline{0, N_{FFT} - 1},$$

где λ_1 и λ_2 – множители Лагранжа, $Z_1(P(n)) = \sum_n \log_2(1 + P(n)G(n)) = C \rightarrow \max$ – пропускная способность, $Z_2(P(n)) = \sum_n P(n) = P_\Sigma$ – мощность OFDM сигнала без учета циклического префикса (ЦП), $Z_3(P(n)) = \sum_n (P(n) - \bar{P})^2 / N_{FFT} = D_0$ – дисперсия закона РМПЧ OFDM сигнала, $P(n)$ – мощность поднесущих частот, \bar{P} – математическое ожидание закона РМПЧ OFDM сигнала, $G(n)$ – отношение сигнал-шум на поднесущих частотах (АЧХ КПИ), N_{FFT} – количество поднесущих частот OFDM символа. Решение рассматриваемой задачи можно представить следующим образом

$$P_{cum2}(\lambda, k_D) = -(\lambda G(n) + 2k_D \lambda - \sqrt{4k_D^2 \lambda^2 G(n)^2 \bar{P}^2 - 4k_D \lambda^2 G(n)^2 \bar{P} + 8k_D \lambda G(n)^2 + \lambda^2 G(n)^2 + 8k_D^2 \lambda^2 G(n) \bar{P} - 4k_D \lambda^2 G(n) + 4k_D^2 \lambda^2 - 2k_D \lambda G(n) \bar{P}}) / (4k_D \lambda G(n)), \text{ при } P(n) \geq 0, \sum_n P(n) = P_\Sigma, \sum_n (P(n) - \bar{P})^2 / N_{FFT} = D_0,$$

$$\lambda = \lambda_1, \quad k_D = \lambda_2 N_{FFT} / \lambda_1.$$

Эффект от применения предложенной процедуры синтеза РМПЧ OFDM сигнала (кривые « D_0 ») по сравнению с известной [3] (кривая «изв.») приведен на рисунке 1 для условия функционирования – Extended Vehicular A, при доплеровском смещении равном 100 Гц, при отсутствии шумов в приемном устройстве.

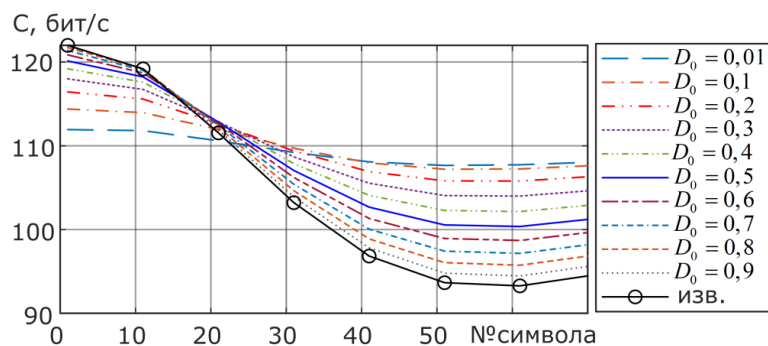


Рисунок 1

На данном рисунке показана зависимость пропускной способности СПИ от номера передаваемого OFDM символа при условии, что оценка АЧХ КПИ и формирование РМПЧ осуществляется по первому OFDM символу ($N_{FFT} = 128$, длина ЦП – 13 отсчетов, расстояние между поднесущими – 15 кГц) при фиксированном уровне дисперсии РМПЧ. Передача указанного количества OFDM символов осуществляется в рамках одного пакета. Исследования произведены для 5000 реализаций АЧХ КПИ.

Анализ полученных зависимостей показывает, что при интервале оценки АЧХ КПИ более 20 символов целесообразно использовать предложенную процедуру синтеза РМПЧ OFDM символа при $D_0 = [0,3; 0,5]$. В указанном интервале значений дисперсии D_0 выигрыш в пропускной способности достигает 8% по сравнению с известной процедурой синтеза РМПЧ OFDM сигнала. При интервале оценки АЧХ КПИ менее 20 символов максимальный проигрыш в пропускной способности составляет не более 1%.

Библиографический список

1. ITU-R M.2242. Cognitive radio systems specific for International Mobile Telecommunications systems. 2011.
2. Sohail A., Al-Imari M., Xiao P., Evans B. Cognitive radio systems: multicarrier modulation and power allocation challenges // Journal of Electrical & Electronic Systems. 2013. V. 3. Issue 1. P. 1-6.
3. Tse, D., Viswanath, P. Fundamentals of Wireless Communication // Cambridge: Cambridge University Press, 2005, 587 p.

РАДИОПЕРЕДАТЧИК ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛА С ПРОИЗВОЛЬНЫМИ ВИДАМИ МОДУЛЯЦИИ

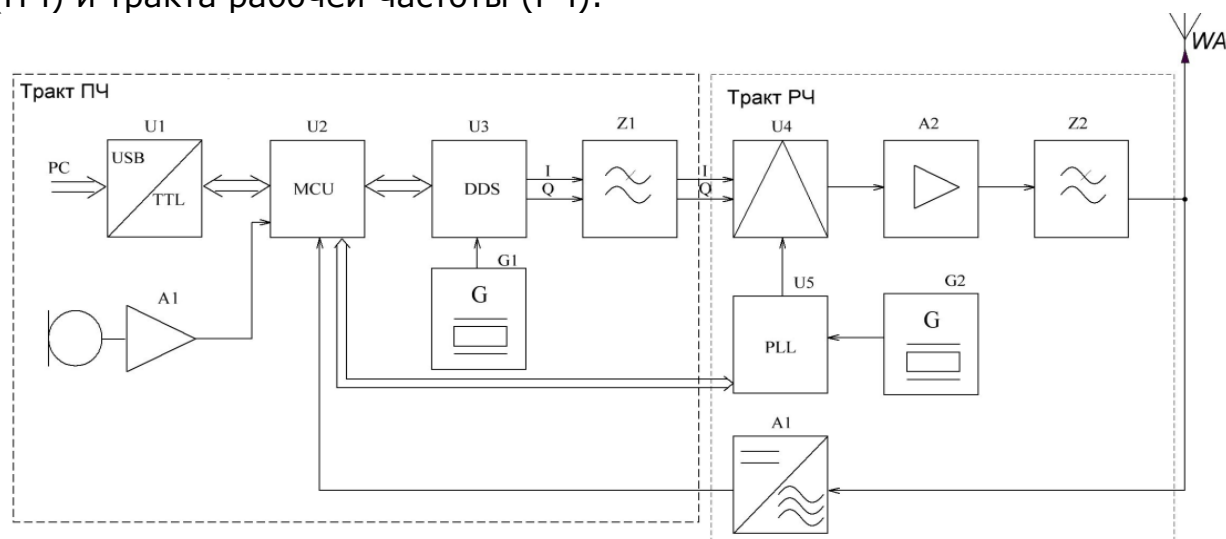
Якунина А.А.

Научный руководитель – Васильев Е.В.,
канд. техн. наук, доцент кафедры РТУ

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф.
Уткина**

На сегодняшнее время растет спрос на надежное радиоэлектронное оборудование, обладающее меньшим энергопотреблением, работающее на актуальных частотных диапазонах, т.е. существует необходимость в поиске более надежных и современных способов формирования радиосигналов с

произвольными видами модуляции. Эта задача решается, в большинстве случаев, при помощи синтезаторов частот. Объектом разработки является радиопередатчик, где формирование модулированного сигнала выполняется в цифровом синтезаторе прямого синтеза, работающем на промежуточной частоте $f_{ПЧ}=20$ МГц, с последующим его переносом на рабочую частоту $f_{раб}=2400...2450$ МГц с помощью косвенного синтезатора частоты. Структурная схема разработанного передатчика (рис. 1) состоит из тракта промежуточной частоты (ПЧ) и тракта рабочей частоты (РЧ).



Рисунок

4. Структурная схема радиопередатчика

Такое устройство обеспечивает любой вид модуляции, но отличается сложностью и высоким потреблением энергии из-за применения цифрового синтезатора прямого синтеза. Высокая стабильность частоты преобразуемых радиосигналов достигается формированием всех поднесущих колебаний в синтезаторе частот (U3), обеспечивающем стабильность, равную стабильности частоты опорного кварцевого генератора (G1).

Библиографический список

1. Васильев Е.В. Радиопередатчики для исследования MIMO канала связи с беспилотным летательным аппаратом // ISSN 1995-4565. Вестник РГПУ. 2015. № 54. Часть 1. С. 9-14.

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ КОДИРОВАНИЕ В MIMO-СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

В.В. Половинкин

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

MIMO является методом пространственного кодирования сигнала, который позволяет увеличивать полосу пропускания канала, в котором передача и приём данных будут осуществлены посредством использования систем из нескольких антенн.

Целью работы является исследование эффективности пространственного кодирования сигналов в зависимости от числа антенн.

Рассмотрим различные алгоритмы пространственного кодирования и декодирования сигналов в системах MIMO, а также эффективность приёма и обработки сигналов в них.

Для того, чтобы организовать высокую пропускную способность MIMO-системы связи используется архитектура кодирования под названием BLAST (Bell Laboratory Layered Space Time Architecture). Благодаря этому методу можно значительно упростить обработку принимаемых сигналов. Архитектура BLAST, в зависимости от способа пространственного кодирования, бывает нескольких видов: D-BLAST (блочное кодирование), X-BLAST (демультиплексирование потока входных данных) и V-BLAST (вертикальный, с обработкой принимаемого сигнала поочередно для каждой из передающих антенн с последующим вычитанием принятого сигнала). Проведены исследования зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал-шум с несколькими передающими и приёмными антеннами.

Чтобы повысить помехоустойчивость сигнала рассмотрен алгоритм пространственно-временного кодирования кодом Аламути. Большим плюсом использования этого алгоритма является отсутствие необходимости увеличивать ширину спектра сигнала и время передачи одного символа. На выходе такой системы пространственной обработки принимаемые сигналы выделяются.

В данной работе были рассмотрены и экспериментально подтверждены эффективность и достоинства основных методов пространственного кодирования алгоритма BLAST и кода Аламути. Зависимости вероятности ошибки от отношения сигнал-шум при разном числе антенн могут быть использованы при проектировании MIMO-систем передачи информации.

Библиографический список

1. Бакулин, М.Г., Варукина В.В., Крейнделин В.Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы. - М. : Горячая линия - Телеком, 2014. - 244с. Библиогр.: с.225-240 (200 назв.). - ISBN 978-5-9912-0457-6:462-00.

2. Ипатов В.П. Широкополосные системы и кодовое разделение сигналов. Принципы и приложения.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ КОГНИТИВНЫХ СИСТЕМ В СЕТЯХ ШИРОКОПОЛОСНОГО РАДИОДОСТУПА ВОЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

М.С. Смирнов

Научный руководитель – Буряков А.П.

к-т техн. наук

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассматриваются варианты постановок размещения базовых станций и распределения частот с применением систем когнитивного радио в сетях широкополосного радиодоступа военного назначения при различной доступной информации об условиях ее функционирования. Основное внимание уделяется учету имеющейся информации о размещении базовых станций и их потребностях в услугах связи.

Работа включает три раздела.

В первом разделе рассматривается анализ существующих систем беспроводного широкополосного доступа, проводится сравнение стандартов соединений и описываются особенности построения сетей [1]. Выделены преимущества и недостатки применения систем когнитивного радио при использовании радиочастотного спектра.

Во втором разделе рассматриваются когнитивные системы широкополосного беспроводного доступа, предлагаются варианты размещения абонентских станций когнитивного радио, а также возможные сценарии использования систем когнитивного радио для организации широкополосного доступа [1].

В третьем разделе рассматриваются технические аспекты реализации систем когнитивного радио в сетях широкополосного радиодоступа военного назначения, а также предложения по внедрению когнитивного радио в рассматриваемых сетях. Приведен график зависимости мощности на приеме от расстояния для различных радиочастот, которые принадлежат классическим диапазонам радиочастот. Рассматриваются военные сети тактического назначения, предназначенные для передачи приказов и решений от одной команды человека в рамках боевого состава, а также обеспечение интеллектуализации военного пространства, которое оказывает влияние на ход и исход вооруженного противоборства [2-3]. Для обслуживания небольшой территории в высокочастотном диапазоне предложено использование фемтосот - маломощных и миниатюрных станция связи, на основе которых возможно построение когнитивных систем в сетях широкополосного радиодоступа военного назначения.

Библиографический список

1. Справочник по перспективам внедрения систем когнитивного радио в диапазоне УВЧ в странах участников РСС, Приложение 1 к Решению №9/2.3, Астана, 23-24 февраля 2016. – 93 с.
2. Комашинский, В. И. От телекоммуникационной к когнитивной инфокоммуникационной системе / В.И. Комашинский, Н.С. Мардер, А.И. Пармонов // Технологии и средства связи. – 2011. – № 4. – С. 52–54.
3. Комашинский, В. И. Особенности проектирования и управления когнитивными беспроводными сетями связи / В.И. Комашинский, А.И. Пармонов, М.А.С. Саид // Вестник связи. – 2012. – № 10. – С. 79–89; № 11. – С. 15–17.

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ НАГРУЗОЧНЫХ ИМПЕДАНСОВ МНОГОКАНАЛЬНЫХ ПРИЕМНЫХ СИСТЕМ С КОМПЕНСАЦИЕЙ ВЗАИМНОГО ВЛИЯНИЯ

М. В. Грачев

Научный руководитель – Паршин Ю. Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В. Ф. Уткина**

В работе [1] показано, что взаимное влияние каналов приемной системы ухудшает характеристики многоканальных приемных систем. Оптимизация нагрузочных импедансов позволяет согласовать элементы многоканальной системы, получить характеристики, соответствующие случаю отсутствия взаимного влияния [1].

Целью работы является сравнительный анализ способов технической реализации нагрузочных импедансов многоканальных приемных систем с компенсацией взаимного влияния.

Рассматривается несколько вариантов технической реализации многоканальных приемных систем с взаимным влиянием и оптимизацией нагрузочных импедансов. Наиболее простым с точки зрения технической реализации способом является использование неперестраиваемых нагрузочных импедансов. В данном случае требуется проведение априорной оптимизации, то

есть оптимизации, производимой на этапе проектирования и разработки многоканальной системы. Однако результаты оптимизации в значительной степени зависят от сигнально-помеховой обстановки. Для априорного решения оптимизационной задачи предлагаются следующие подходы:

1. Определяются наилучшие входные условия, при которых получаются наименьшие выигрыши от оптимизации. Данные оптимальные нагрузочные импедансы включаются в приемный тракт и далее их значения не изменяются. Таким образом, при сложной входной сигнально-помеховой обстановке, согласование позволит улучшить прием полезного сигнала. Однако данный способ не гарантирует получение выигрышей от согласования при изменении сигнально-помеховой обстановки, возможен даже проигрыш по сравнению со случаем без априорной оптимизации нагрузочных импедансов.

2. Проводится моделирование различных сигнально-помеховых ситуаций с последующим усреднением характеристик помех и оптимизацией нагрузочных импедансов с использованием средних значений.

Для перестройки нагрузочных импедансов предложен адаптивный вариант построения многоканальной приемной системы с компенсацией взаимного влияния при помощи нагрузочных импедансов. На основе микроконтроллеров и результатов теории обнаружения, оценивания и управления возможна реализация автоматической адаптивной подстройки нагрузочных импедансов во всех каналах в соответствии с изменяющимися внешними условиями приема сигнала. Способность к адаптации делает работу многоканальных систем более гибкой и позволяет повысить эффективность приема [2]. Для реализации данного метода необходимо при изменении сигнально-помеховой обстановки проводить оптимизацию нагрузочных импедансов, используя один из оптимизационных алгоритмов. Данная задача является достаточно сложной в вычислительном плане, то есть требует временных затрат.

Таким образом, при высоких требованиях по быстродействию системы и невозможности адаптивного поиска оптимальных нагрузочных импедансов предлагается априорный расчет нагрузочных импедансов при различных сигнально-помеховых обстановках с записью в память команд управления, необходимых для перестройки значений активной и реактивной частей нагрузочных импедансов. При работе многоканальной приемной системы после оценки сигнально-помеховой обстановки производится чтение команд управления из памяти и перестройка установленных значений нагрузочных импедансов в каналах.

Библиографический список

1. Паршин Ю. Н., Грачев М. В. Многоэтапная реконфигурируемая обработка сигналов в пространственно распределенной радиосистеме // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2019. № 67. С. 3-10.

2. Монзинго, Р. А. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию / Р. А. Монзинго, Т. У. Миллер. Пер. с англ. – М.: Радио и связь. – 1986. – 448 с.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ СПЕЦИАЛЬНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ПЭВМ В СРЕДЕ MATLAB

В.И. Кудряшов, А.А. Кудряшова
Научный руководитель – Паршин Ю.Н.
д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
им. В. Ф. Уткина**

На данный момент, одним из распространенных языков программирования в научной сфере деятельности является язык MATLAB. Данный язык ориентирован на широкий спектр различных задач в силу наличия огромного количества специализированных функций и моделей, а также оптимизации при работе с многомерными массивами данных.

В некоторых случаях, например, для набора определенного объема статистики, необходимо обрабатывать довольно большие массивы данных. При использовании вложенных циклов сокращаются требования к объему ОЗУ ЭВМ, однако значительно возрастает время, требуемое для вычисления. При представлении данных в виде многомерных массивов и последующей работе с ними в матричном виде (т.н. векторизации данных), напротив, сокращается время на вычисление, но при этом увеличивается объем единовременно хранимых данных.

Кроме применения векторизации, избавления от циклов и, в целом, оптимизации кода, в среде MATLAB существует возможность уменьшения времени вычислений за счет применения специальных аппаратных, либо программных средств. Одним из подобных способов является применение графических процессоров Nvidia, поддерживающих технологию CUDA и позволяющих значительно ускорить матричные вычисления. Для этого необходимо загрузить данные в ОЗУ графического процессора функцией «gpuArray», выполнить определенную операцию и, при необходимости, выгрузить данные обратно в ОЗУ ЭВМ функцией «gather». Еще один способ – создание «пула», состоящего из нескольких процессов, и применение цикла «parfor», который распределяет итерации цикла по этим процессам.

Для определения времени, затрачиваемого на вычисления в матричном виде, на языке MATLAB была написана тестовая программа. Условия тестирования:

- размер матриц – 5000x5000 элементов;
- типы данных – single, double, complex single, complex double;
- операции над данными – матричное сложение, матричное перемножение, БПФ, инверсия матрицы;
- исходные данные (матрицы Ran1 и Ran2) формируются для каждой итерации отдельно с помощью функции «randn»
- количество итераций – 100;
- время, затраченное на вычисление, оценивается парными функциями «tic» и «toc».

Конфигурация ЭВМ: процессор Intel Core I7 4770 (тактовая частота 3,9 ГГц, 4 ядра, 8 потоков, наличие инструкций AVX, AVX2), объем ОЗУ 32 ГБ, графический процессор Nvidia GeForce 1050 ti с 4 ГБ ОЗУ.

В таблице 1 показано время, затраченное на вычисление одной матричной операции.

Таблица 1. Результаты тестирования, в секундах

	GPU				CPU + parfor	CPU
	Загрузка в память GPU (gpuArray)	Вычисление	Выгрузка из памяти	Суммарное время		

			GPU (gather)			
Ran=Ran1+Ran2						
real single	0,0390	0,000051	0,0322	0,071	1,483	0,128
real double	0,0775	0,000059	0,0663	0,144	4,026	0,248
complex single	0,0819	0,000063	0,0774	0,159	2,672	0,252
complex double	0,163	0,000069	0,153	0,316	5,375	0,481
Ran=Ran1*Ran2						
real single	0,0410	0,000122	0,163	0,204	2,071	0,941
real double	0,0783	0,000132	3,491	3,569	4,814	1.799
complex single	0,0871	0,000092	0,565	0,652	5,465	3,649
complex double	0,172	0,000194	13,833	14,005	11,758	7,223
Ran=fft(Ran1)						
real single	0,0396	0,000161	0,0727	0,112	2,035	0,179
real double	0,0797	0,000181	0,185	0,265	4,431	0,342
complex single	0,0820	0,000148	0,0798	0,162	2,677	0,169
complex double	0,164	0,000161	0,200	0,364	5,800	0,329
Ran=inv(Ran1)						
real single	0,0377	0,398	0,0299	0,466	2,308	1,311
real double	0,0750	5,097	0,0600	5,232	5,137	2,527
complex single	0,0815	1,030	0,0710	1,183	5,572	4,080
complex double	0,164	19,850	0,161	20,175	11,353	7,907

Исходя из полученных данных, можно сделать следующие выводы:

1. Применение графического процессора для матричных вычислений в среде MATLAB дает значительн

ый прирост производительности, однако требуется дополнительное время для загрузки данных в оперативную память графического процессора и выгрузки данных обратно в оперативную память ЭВМ. Следовательно, необходимо выстраивать программу таким образом, чтобы на графическом процессоре выполнялось как можно больше матричных операций подряд с одним набором данных.

2. Применение цикла «parfor» к одной ЭВМ не привело к уменьшению времени, затраченного на вычисление. Стоит отметить, что данный цикл предназначен, в первую очередь, для работы с вычислительным кластером, состоящим из нескольких компьютеров, объединенных в одну локальную сеть.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ ВИДИМОГО И ИНФРАКРАСНОГО ДИАПАЗОНОВ ДЛЯ СИСТЕМ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ ОБЪЕКТАМИ

П.Н. Сконников

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Для решения задач всепогодного дистанционного управления объектами применяется съёмка в различных спектральных диапазонах: в диапазоне видимого света и одном из инфракрасных (ИК) поддиапазонов (ближний ИК, коротковолновый ИК или длинноволновый ИК). Для представления результатов съёмки на одном дисплее необходимо комплексировать кадры видеопоследовательностей указанных диапазонов в единое изображение. Цель комплексирования изображений различных спектральных диапазонов – обеспечить различимость на итоговом изображении всех объектов, присутствующих хотя бы на одном из исходных изображений.

Известны различные подходы для комплексирования таких изображений [1]. Для сравнения различных алгоритмов комплексирования необходимо применять объективные показатели качества. Однако, известно достаточно большое количество таких оценок [2], поэтому актуальной является проблема выбора показателя качества, в наибольшей мере соответствующего решаемой задаче.

Предложена процедура выбора наилучшего показателя качества, включающая сопоставление результатов субъективной оценки качества комплексирования изображений различных спектральных диапазонов и значений различных объективных показателей качества. При этом результаты субъективной оценки получены 20 наблюдателями с использованием 120 изображений, отражающие специфические особенности различных методов комплексирования.

Сопоставление произведено методом нелинейной весовой регрессии [3] по трём критериям: точность, монотонность и несогласованность объективных показателей качества. Для оценки точности рассчитывались значения весовой корреляции между результатами субъективной оценки и преобразованными значениями объективных показателей качества. Монотонность определялась как значения ранговой корреляции Спирмена между этими значениями. Несогласованность определялась при помощи анализа невязок пар значений субъективных и объективных показателей качества.

В результате сравнительного анализа сделан вывод, что указанной цели комплексирования в наибольшей мере соответствуют модифицированный показатель качества SSIM [4].

Библиографический список

1. Инсаров В. В., Тихонова С. В., Михайлов И. И. Проблемы построения систем технического зрения, использующих комплексирование информационных каналов различных спектральных диапазонов // Информационные технологии. – 2014. – № 3. – С. 1-32.
2. Кириллов С.Н., Покровский П.Н., Сконников П.Н., Бауков А.А. Сравнение оценок качества комплексирования разноспектральных изображений и алгоритмы улучшения качества низкоконтрастных изображений для систем видеонаблюдения // Сборник трудов международной научно-технической конференции «Цифровая обработка сигналов и её применение – 2019». – М. – 2019.
3. Tutorial I. Objective perceptual assessment of video quality: Full refence television // ITU-T Telecommunication Standardization Bureau. – 2004.
4. Yang C. et al. A novel similarity based quality metric for image fusion // Information Fusion. – 2008. – Т. 9. – №. 2. – С. 156-160.

МОДЕЛИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ СИГНАЛОВ НА ОТКРЫТОМ ПРОСТРАНСТВЕ

П.А. Пимушин

Научный руководитель – Паршин А.Ю.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе приведены результаты изучения моделей распространения сигналов на открытом пространстве и проведены расчеты потерь сигнала на открытом пространстве. Расчетные данные были получены путем составления рабочей программы в ППП MATLAB.

В ходе данной работы были выбраны 3 модели распространения сигнала на открытом пространстве: Модель Hata-Okumura (1); Модель Cost231-Hata (2); Модель Okumura (3). Для этих моделей был проведен ряд экспериментов, таких как: обзор зависимости потерь сигнала с увеличением расстояния (от 1 км до 20 км) при фиксированной несущей частоте (рис.1,2,3,4). Так же была исследована зависимость потерь сигнала от изменения несущей частоты при фиксированном диапазоне расстояний для более наглядного рассмотрения поведения сигнала при распространении его на открытых пространствах при различных условиях.

Ниже приведены математические выражения для использованных моделей:

$$L_{OH} = L_{FS} + A(f, d) - H(h_{BS}) - H(h_{MS}) - C \quad (1).$$

$$L_{cost} = 46,3 + 33,9 \cdot \lg h_{BS} - A(h_t) + (44,9 - 6,55 \cdot \lg h_{BS}) \lg R + C_{MS}, \text{ Дб} \quad (2).$$

$$L_{HATA} = 69,55 + 26,16 \cdot \lg f - 13,82 \cdot \lg h_t - A(h_{MS}) + (44,9 - 6,55 \cdot \lg h_{BS}) \cdot \lg R, \text{ ДБ} \quad (3).$$

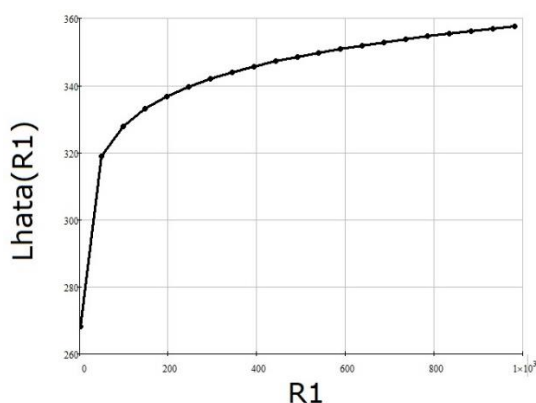


Рисунок 1.

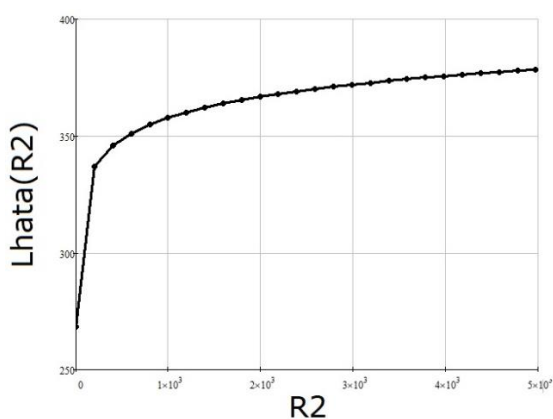


Рисунок 2.

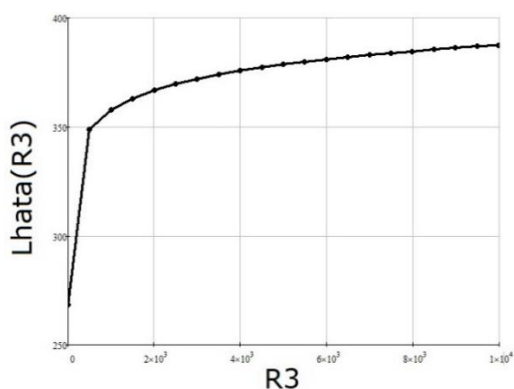


Рисунок 3.

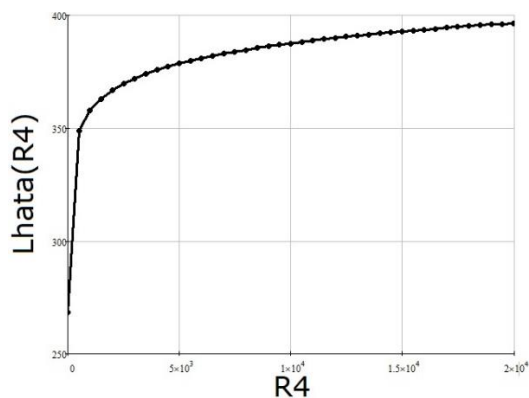


Рисунок 4.

При проведении данного эксперимента был выявлен ряд трудностей, связанный с переходом на стандарт частоты 5G. Данные модели распространения сигнала предназначены для значительно меньших частот, нежели 28-30 ГГц, что в свою очередь влечет корректировку существующих моделей путем расчета дополнительных коэффициентов под новые стандарты частоты. Так как даже заказные модели (напр. Cost231-Nata) предназначены для частот до 2 ГГц. Так же для модели COST231 – Nata был проведен эксперимент с изменением типа местности распространения сигнала, где было выяснено, что в малых и средних городах, данная модификация модели Nata показывает лучшие результаты.

Библиографический список

1. Ли У. Техника подвижных систем связи / Пер. с англ. – М.: Радио и связь, 1985. – 392 с.
2. Абилов А.В. Распространение радиоволн в сетях подвижной связи: Теоретический материал и задачи для практических занятий. –Ижевск: Изд-во ИжГТУ, 2001. – 24 с.

ШУМОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОДВОДНОГО ОТКРЫТОГО ОПТИЧЕСКОГО КАНАЛА ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

Л. В. Аронов

Научный руководитель – Кириллов С. Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Подводные оптические каналы передачи информации, на основе источника когерентного излучения (лазера), используются в подводных роботизированных системах для передачи видеоизображения, в том числе в высоком разрешении. Использование других каналов с этой целью затруднено или невозможно, в силу физических ограничений, например акустический канал не обладает достаточной пропускной способностью, а радиоканал имеет слишком малую дальность и требует значительных затрат энергии.

Открытые оптические каналы имеют ряд специфических особенностей, обусловленных рабочей длиной волны и её взаимодействием со средой распространения. Водная среда является мутной средой, т.е. потери энергии в неё вызваны как поглощением, так и рассеянием, причем рассеяние носит сложный характер.

На значительных глубинах (более 1000 метров) вода в толще океана отличается стабильностью параметров, отсутствует многолучевость и пренебрежимо мало фоновое излучение [1,2]. Главным источником шума в открытом оптическом подводном канале передачи информации является фотоприемник.

Среди задач, решаемых при разработке подводного открытого оптического канала передачи информации, одной из первостепенных является выбор оптимального порога обнаружения, в интересах минимизации вероятности ошибки, с учётом используемого вида модуляции.

Фотоприёмник состоит из оптической системы, фотодетектора и трансимпедансного усилителя. В фотодетекторе формируются фотонный флуктуационный шум (дробовый шум), шум темнового тока и тепловой шум (шум Джонсона) [2,3].

Основной шумовой характеристикой трансимпедансного усилителя является коэффициент шума и в данной работе она не рассматривается. Для остальных шумов определены функции плотности вероятности (ФПВ) и её характеристик: дисперсии и математические ожидания. Получены выражения для ФПВ смеси шумов и смеси сигнал+шум, с определением их характеристик.

В результате проведенных исследований получены значения оптимального порога обнаружения для трасс протяженностью от 10 до 50 метров, при использовании модуляции КИМ-ИМ. Вероятность битовой ошибки при заданных в моделировании параметрах приемника, передатчика и среды распространения составила от $5 \cdot 10^{-10}$ до 10^{-2} (ширина полосы канала 1 ГГц). Предложены способы увеличить эффективную дистанцию и/или уменьшить вероятность битовой ошибки: применение помехоустойчивых видов кодирования; увеличение мощности передатчика; увеличение диаметра приемной апертуры; применение фотодетекторов с улучшенными шумовыми характеристиками.

Библиографический список

1. Кириллов С.Н. Определение характеристик подводного открытого оптического канала передачи информации на больших глубинах [Текст] / С. Н. Кириллов, Л. В. Аронов // Вестник РГРТУ – 2018. – № 1 (63). – с. 40-48.
2. Kaushal H. Underwater optical wireless communication [Текст] / H. Kaushal, G. Kaddoum // IEEE Access, volume 4, 2016, p. 1518-1547
3. Пратт В.К. Лазерные системы связи. Пер. с англ. под ред. А.Г. Шереметьева. [Текст] М.: Радио и связь., 1993. 232 с.
4. 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

**РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА КОДИРОВАНИЯ РЕЧЕВЫХ СИГНАЛОВ
CODEC2 НА ОСНОВЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ХУРГИНА-ЯКОВЛЕВА**

В.Т. Дмитриев, Л.Л. Кузнецов

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В настоящее время широкое распространение получили телекоммуникационные сети с коммутацией пакетов. Применение такого метода коммутации позволяет более эффективно использовать цифровой канал, используя более эффективные алгоритмы сжатия речевой информации.

Одним из наиболее эффективным алгоритмом кодирования речевой информации является Codec2 – низкоскоростной аудиокодек для кодирования речи, обеспечивающий кодирование речевых сигналов с частотой дискретизации 8000 Гц со скоростями передачи – 3200, 2400, 1600, 1400, 1300, 1200, 700 и 450 бит/с.

Данный алгоритм кодирования обеспечивает достаточно высокие коэффициенты сжатия для применения в современных телекоммуникационных сетях и системах служебной и специальной связи, однако с уменьшением скорости кодирования ниже 700 бит/с применение данного кодека приводит к значительному ухудшению качества восстановленной речи.

Проведены исследования оценки качества речи после её кодирования с помощью программы объективной оценки качества PESQ. Показано, что при снижении скорости кодирования с 700 бит/с до 450 бит/с наблюдается существенное ухудшение качества в среднем с 2,2 баллов до 1,8 баллов по шкале MOS. При этом полностью теряется разборчивость восстановленной речи. Поэтому рекомендуется использовать применение данного алгоритма кодирования речевых сигналов до скорости 700 бит/с.

Одним из способов повышения качества является использование генеративной модели глубокого обучения WaveNet. За счет использования нейронных сетей качество восстановленной речи на выходе декодера возрастает при значительном увеличении вычислительных затрат.

Другой способ повышения качества – использование алгоритма Хургина-Яковлева [1], обеспечивающего представление речевого сигнала в виде прореженных в два раза отсчетов сигнала и его первой производной. Показано, что применение данного представления позволит реализовать

алгоритм кодирования на основе алгоритма Codec2, используя для прореженных отсчетов сигнала кодек со скоростью 700 бит/с, а для отсчетов производной кодек со скоростью 450 бит/с.

Таким образом, предложенный кодек речи обеспечивает качество восстановленной речи более 2 баллов по шкале MOS при общей скорости передачи 575 бит/с, что является достаточной для некоторых сетей специальной связи.

Библиографический список

1. Хургин Я.И., Яковлев В.П. Фinitные функции в физике и технике. М. Наука, 1971.- 408с.

2. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Реализационные возможности и помехоустойчивость процедуры восстановления сигналов на основе алгоритма Хургина-Яковлева// Радиотехника. 2003. №1. - С. 73-75.

АНАЛИЗ МОДИФИКАЦИЙ КОДЕКА MELP НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОМЕХАМ В КАНАЛЕ СВЯЗИ

И.А. Сафронов

Научный руководитель – Дмитриев В.Т.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Кодирование речевых сигналов – одна из важнейших операций при обработке речи при ее передаче, которая позволяет уменьшить избыточность исходного сигнала. Кодеки речевых сигналов делятся на три вида: кодеры формы, вокодеры и полувокодеры. Одним из известных полувокодеров является алгоритм кодирования MELP.

Линейное предсказание со смешанным возбуждением (Mixed-excitation linear prediction) — стандарт кодирования, используемый в военных целях, принятый в основном за рубежом.

В качестве сравнения рассмотрим три модификации кодека: MELP-2400, MELP-1200 и MELP_C-2400. Было произведено моделирование кодеков в программной среде MATLAB. В исходной программе выполнялось кодирование со скоростью 2400 бит/сек была выполнена её модификация, посредством снижения скорости до 1200 бит/с. Это получилось сделать, увеличив длину кадра. После этого получим зависимость MOS (субъективная оценка качества речи) от процента ошибок в канале связи. Оценка производилась по пятибалльной шкале согласно ГОСТ Р 508-40-95 [1].

На основе результатов, которые были получены при помощи использования голосовых файлов можно сделать определенные выводы: вокодер MELP-1200 имеет разборчивость синтезированной речи близкую к вокодеру MELP-2400, при битовых ошибках в канале более 2% кодер MELP_C-2400 дает наилучшее качество синтетической речи [2].

Также стоит отметить, что возможно улучшение данных кодеков на основе представления Хургина-Яковлева, согласно которому отсчеты речевых сигналов, взятые с частотой дискретизации Котельникова можно представить в виде прореженных в два раза отсчетов сигнала и его производной. Это приводит к увеличению помехоустойчивости речевого сигнала в 1,2...1,5 раза, уменьшению вычислительных затрат, а также снижению требований к синтезирующим фильтрам. Применение итерационного алгоритма Фиенупа

позволяет повысить качество восстановленного сигнала в вокодере на 0,2 – 0,3 балла согласно ГОСТ Р 50840-95[3].

Показано, что реализация алгоритма MELP-1200 на основе представления Хургина-Яковлева и алгоритма Фиенупа позволяет существенно увеличить качество восстановленной речи на выходе данного кодека.

Библиографический список

1. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Комплексный алгоритм объективной оценки качества декодированного речевого сигнала при действии акустических помех. // Труды СПИИРАН 2018 №1 - С192-196.

2. Выборнов С.В., Сидорова Н.А. Практическая реализация низкоскоростных вокодеров для каналов с высоким процентом ошибок. Московский технический университет связи и информатики

3. Кириллов С.Н., Дмитриев В.Т. Модификация алгоритма Фиенупа при восстановлении речевой информации по прореженным отсчетам сигнала и его производной. Вестник РГРТУ 2007 № 2. - С.7 – 10

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ MASSIVE MIMO

А.Э. Яковлев

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

При проектировании систем связи зачастую приходится сталкиваться с проблемой ограничения частотного ресурса, что в свою очередь накладывает ограничения на пропускную способность канала связи.

Для повышения спектральной эффективности передачи информации производится продвижение технологии MIMO (Multiple Input Multiple Output), основной сутью которой является применение нескольких антенн у принимающей и передающей аппаратуры, что приводит не только к повышению пропускной способности, но и улучшению показателей помехоустойчивости системы связи.[1]

Данное исследование производилось в программной среде MATLAB, для которой написан код программы, позволяющий вычислить пропускную способность всей системы в целом, то есть суммарное значение пропускных способностей, всех независимых каналов передачи данных. В основе программного кода лежит выражение:

$$C_H = \sum_{k=1}^K \log_2 \left(1 + \sigma_k^2 \frac{q}{N_{TX}} \right) = \log_2 \det \left(\mathbf{I}_{N_{RX} \times N_{RX}} + \frac{q}{N_{TX}} \mathbf{H} \mathbf{H}^H \right) = \log_2 \det \left(\mathbf{I}_{N_{TX} \times N_{TX}} + \frac{q}{N_{TX}} \mathbf{H}^H \mathbf{H} \right)$$

где σ_k – сингулярные числа, q – отношение сигнал-шум, N_{TX} – количество антенн передающей части, N_{RX} – количество антенн принимающей части, \mathbf{I} – единичная матрица, \mathbf{H} – матрица канальных коэффициентов.[2]

Результаты проведённого моделирования приведены на рисунке 1. Анализируя полученные результаты, можно отметить, что с ростом числа

антенн у приемной аппаратуры пропускная способность канала увеличивается и достигает значения 272 бит/(с×Гц), что существенно выше при использовании только одной антенны – 3,5 бит/(с×Гц) при одинаковом отношении сигнал-шум приходящемся на один символ $q = 10$.

Данное моделирование можно улучшить с помощью модификации программного кода, позволяющей учитывать взаимное расположение антенн, электромагнитную совместимость и т.д.

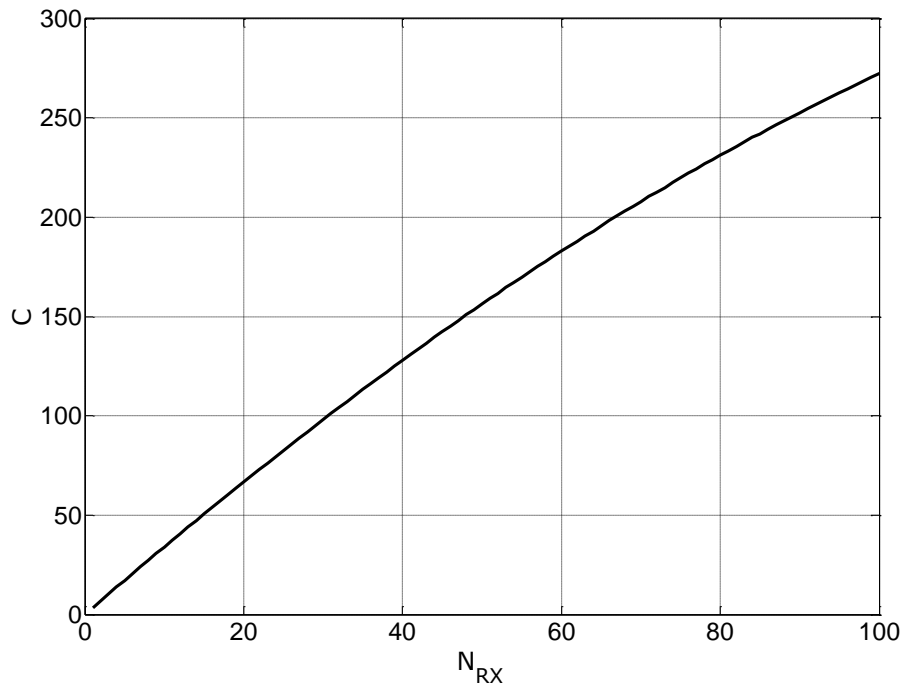


Рисунок 5 – Зависимость пропускной способности канала от количества антенн на приемной стороне

Библиографический список

1. Бакулин М. Г., Варукина Л. А., Крейнделин В. Б. Технология ММО: принципы и алгоритмы. — М.: Горячая линия - Телеком, 2014. — 242 с.
2. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение: Пер. с англ. - М.: Издательский дом "Вильямс", 2003. - 1104 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ММО МОДЕМОВ IOT

К.А.Рыбаков

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В связи с тем, что разные производители ММО модемов используют различные методы модуляции и базируются на разных стандартах, необходимо произвести корректный сравнительный анализ данных устройств по их пропускной способности.

Целью исследовательской работы является разработка методики выбора модема по критерию максимума пропускной способности и сравнительный анализ модемов различных производителей.

Расчет величины пропускной способности производится в соответствии с параметрами модемов и их конфигурацией. Расчет теоретической пропускной способности выполнен в соответствии с формулой Шеннона[1]:

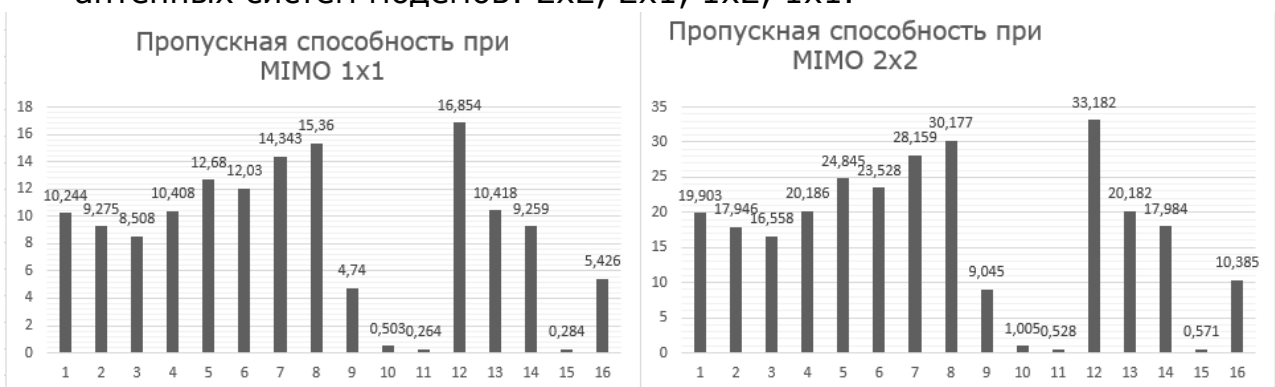
$$C = \log_2 \det \left(\mathbf{I}_{N_{Rx}} + \frac{q}{N_{Tx}} \mathbf{H} \mathbf{H}^H \right),$$

где $q = \frac{P_{Tx}}{P_n}$; $P_n = k T_a \Delta f K_n$; $\mathbf{H} = \begin{bmatrix} H_{11} & H_{12} \\ H_{21} & H_{22} \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{L}} [randn(N_{Rx}, N_{Tx}) + j \times randn(N_{Rx}, N_{Tx})]$,

N_{Rx} , N_{Tx} – количество антенн; q – отношение сигнал-шум; P_{Tx} – мощность передатчика; K_n – коэффициент шума приёмника; L – коэффициент затухания при распространении радиоволн по мощности. В ходе расчета учитываются необходимые параметры рассматриваемых модемов.

Расчет пропускной способности ведется при следующих условиях:

- 1) отношение сигнал-шум изменяется в диапазоне 70..123 дБ в зависимости от выбранного модема;
- 2) пропускная способность усредняется по множеству реализаций канальной матрицы \mathbf{H} ;
- 3) все расчеты повторяются для различных MIMO конфигураций антенных систем модемов: 2x2, 2x1, 1x2, 1x1.



Сравнение величины пропускной способности для конфигураций модемов 2x2 и 1x1

В результате данного исследования установлено, что при постоянном коэффициенте затухания, тип модема, его конфигурация и соответствующие ей параметры определяют величину отношения сигнал-шум, как следствие пропускная способность значительно различается для 16 типов различных модемов.

На основании проведенных расчетов можно сделать следующий вывод: наибольшую величину пропускной способности показывают модемы имеющие небольшую рабочую полосу приёмника, которая обеспечивает наилучшее отношение сигнал-шум, и при этом работающие в многоантенной конфигурации. Для MIMO системы конфигурации 2x2 по сравнению с MIMO системой в конфигурации 1x1 этот выигрыш практически двукратен: 33,2 бит/символ при 2x2 и 16,9 бит/символ при 1x1. Наилучшие результаты по критерию максимума пропускной показал модем ADF7030-1, фирмы Analog Devices.

Библиографический список

1. Бакулин М.Г., Варукина Л.А., Крейделин В.Б. Технология MIMO: принципы и алгоритмы. – М.: Горячая линия-Телеком, 2014.
2. Datasheet ESP8266EX
https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf
3. Datasheet ADF7030-1, <https://www.analog.com/ru/products/adf7030-1.html#>
4. Datasheet ADF7241, <https://www.analog.com/ru/products/adf7241.html#>
5. Datasheet RM-2450, <https://ru.mouser.com/ProductDetail/Doodle-Labs/RM-2450-2H-PS?qs=Zz7%252BYVVL6bHffYINYQrK6g%3D%3D>
6. Datasheet RM-915, https://ru.mouser.com/Doodle-Labs/Routers/RM-915-Series/_/N-1y97z6oZfb8zkZ1y8ojys

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ РАДИОТРАКТА СИСТЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ В СИСТЕМАХ IOT

С.В. Лапкин

Научный руководитель – Паршин Ю.Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В настоящее время наблюдается взрывное развитие индустрии интернета вещей. На сегодняшний день к интернету вещей подсоединено меньше одного процента устройств во всем мире, но со временем количество гаджетов будет становиться все более значительным. По прогнозам в ближайшее время прирост новых устройств IoT составит от 3,5 до 6 миллиардов устройств в год. Термин “Интернет вещей” обозначает концепцию вычислительной сети физических предметов (вещей), которые взаимодействуют с другими устройствами или с внешней средой с помощью встроенных технологий. Интернет вещей – это полностью автоматизированный цикл работы приборов и систем за счет их подключения к беспроводной сети. Одним из важнейших условий для корректной работы систем интернета вещей является вопрос энергоэффективности [2].

Задача оптимизации состоит в том, чтобы минимизировать общую мощность, потребляемую от источника питания для данного качества передачи информации [1]. Многие из этих устройств не имеют доступа к электрической сети питания, но все они должны быть постоянно включёнными, хотя бы до определённого срока. Именно эта характеристика устройств Интернета вещей — постоянно включённое состояние — требует новых решений в области измерений и управления энергопотреблением.

Целью работы является расчет потребляемой мощности от источника питания и построение зависимости потребляемой мощности от мощности передатчика при разных значениях коэффициента полезного действия.

Наиболее распространенным способом питания являются аккумуляторные батареи. Чтобы достичь максимального времени работы от аккумуляторов, необходимо поддерживать ток, потребляемый устройствами, на абсолютно минимальном уровне. Для этого необходимо использовать компоненты с низким энергопотреблением и эффективные методы

обесточивания неиспользуемых компонентов [2]. Этот способ не всегда может быть удобен в реализации и имеет свои недостатки. Для увеличения времени автономной работы задача уменьшения энергопотребления может решаться за счет оптимизации конструкции и режимов работы аналоговых и цифровых схем узлов, а также за счет извлечения энергии, необходимой для работы этих схем, из окружающей среды.

Количество выборок сигнала постоянной мощности определяет эффективность оптимальной обработки, а также энергопотребление устройства IoT. При неоптимальной обработке отношение сигнал-шум достигает максимума при определенном оптимальном количестве выборок сигнала. Таким образом, определяется предельная чувствительность, приема сигналов IoT, которая определяется параметрами сигнала и шума. Результаты могут быть применены также к обработке многомерных сигналов в системах IoT.

Библиографический список

1. Parshin A., Parshin Yu. Investigation of Efficient Receiving of Ultra Low Power Signal for IoT Application // 2019 8nd Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO) Budva, Montenegro, June 10th-14th 2019, 842 p. – P. 32-35.

2. Росляков А.В., Ваняшин С.В., Гребешков А.Ю. Интернет вещей. Учебное пособие. – Самара: ПГУТИ, 2015. – С.200.

ПРИМЕНЕНИЕ ШИРОКОПОЛОСНЫХ ЗОНДИРУЮЩИХ СИГНАЛОВ В АКУСТИЧЕСКИХ ЛОКАТОРАХ

Е.В. Васильев, А.А. Степанов

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается ряд вопросов по улучшению основных характеристик акустических локаторов различного назначения. Анализируются факторы, влияющие на разрешающую способность акустического локатора по дальности до отражающих объектов. Обсуждается возможность применения сложных акустических сигналов для повышения разрешающей способности акустического локатора.

Аппаратура, предназначенная для акустической локации в воздушном пространстве и в жидкой среде в основном строится с использованием узкополосных пьезоэлектрических акустических преобразователей, что ограничивает разрешающую способность по дальности, то есть возможность различать несколько близко расположенных отражающих объектов. Это связано с резонансным характером амплитудно-частотной характеристики пьезоизлучателя. В докладе обсуждаются схемотехнические приемы, позволяющие существенно сократить длительность излучаемого зондирующего импульса такого излучателя, но их применение в основном ограничивается ультразвуковой дефектоскопией. Такой режим работы излучателя оказывается энергетически невыгодным и, как правило, не позволяет работать локатору на расстояния, превышающие доли метра.

Отказ от пьезоэлектрических излучателей и переход к широкополосным электродинамическим излучателям (на передачу зондирующих импульсов) и электретным микрофонам (на прием отраженных импульсов) дает

возможность использовать сложные акустические сигналы, допускающие сжатие во временной области в приемном тракте акустического лоатора. При этом энергия зондирующего сигнала используется полностью, позволяя на практике измерять расстояния до объектов удаленных на расстояния до нескольких метров.

Формирование сложных широкополосных сигналов на передающей стороне лоатора и их согласованная фильтрация на приемной стороне позволяет, как было экспериментально показано в [1], добиться пятикратного повышения разрешающей способности по дальности по сравнению с промышленно выпускаемыми ультразвуковыми сонарами.

В дальнейшем планируется продолжить исследования, направленные на совершенствование акустических лоаторов, связанные с совершенствованием аппаратуры формирования широкополосных зондирующих импульсов, а также оптимизацией алгоритмов обработки отраженных сигналов в приемном тракте акустического лоатора.

Библиографический список

1. Васильев Е.В., Тимофеев М.И. Акустический лоатор с высоким разрешением по дальности // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2015. № 53. С. 17-21.

ИССЛЕДОВАНИЕ БЫСТРОДЕЙСТВИЯ АВТОКОМПЕНСАТОРА ПОМЕХИ С КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ ПРИ АКТИВНОЙ ШУМОВОЙ ПОМЕХИ.

И.А. Слободяник, А.В. Сафонова

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В сложной помеховой обстановке для борьбы с мешающими воздействиями применяют автокомпенсаторы (АК) с корреляционной обратной связью (КОС) [1]. Быстродействие определяет эффективность работы АК в быстро меняющейся помеховой обстановке, а также даёт возможность компенсировать активную помеху с огибающей сложной формы.

Моделирование производилось в среде математического моделирования Matlab/Simulink. Скорость реагирования аналогового автокомпенсатора определялась по переходной характеристике заднего фронта модуля весового коэффициента. В результате моделирования было получено время установления переходной характеристики модуля весового коэффициента в зависимости от глубины обратной связи КОС = 3, 5, 10, 100, 500, 1000, 10000 и отношения мощности $\frac{P_{\text{осн}}}{P_{\text{комп}}} = 0,5, 1, 2$ (основного канала к компенсационному).

В соответствии с полученными данными построена таблица 1, в которой приведены значения времени установления переходной характеристики модуля весового коэффициента в зависимости от глубины обратной связи АК с КОС и отношения мощности основного канала к компенсационному.

Таблица 1

Глубина обратной связи (КОС)	Время установления ПХ (мкс) при $\frac{P_{\text{осн}}}{P_{\text{комп}}} = 0.5$	Время установления ПХ (мкс) при $\frac{P_{\text{осн}}}{P_{\text{комп}}} = 1$	Время установления ПХ (мкс) при $\frac{P_{\text{осн}}}{P_{\text{комп}}} = 2$
3	10	15	15
5	10	11	14
10	11	9	13
100	11	10	11
500	12	13	11
1000	14	15	12
10000	19	16	16

В результате проведения исследования были сделаны следующие выводы: оптимальные значения глубины обратной связи (КОС) при отношении мощности основного канала к компенсационному равном 0.5 является значения 3, 5; при 1 – 10; при 2 – 100, 500.

Библиографический список

1. Бакулев П.А., Радиолокационные системы. – М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.

Секция 4. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

ИНТЕГРАЦИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОГО СЛОЯ НА АРХИТЕКТУРУ ОБРАБОТКИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ПОТОКОВ

А.В. Бакулев, М.А. Бакулева

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Большинство современных информационных систем уровня предприятия представляют собой совокупность большого количества тесно интегрированных автоматизированных систем, которые обмениваются информацией между собой. Это создает много проблем. Одним из решений является использование концепции промежуточного слоя (Middleware), например Корпоративной сервисной шины (ESB) (рисунок 1).

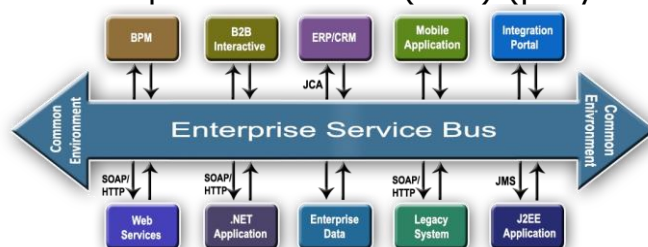


Рисунок 1 - Корпоративная сервисная шина (ESB)

Когда-то популярной архитектурой для этого решения была платформа распределенной очереди сообщений, такая как IBM MQ, ActiveMQ, RabbitMQ и другие.

Эта концепция успешно решает проблему синхронного обмена между взаимодействующими системами. После записи в очередь сообщений вызывающий компонент не ожидает ответа и может выполнять другую полезную работу. Компонент обработки читает входящие сообщения в очередь и генерирует ответы (рисунок 2).

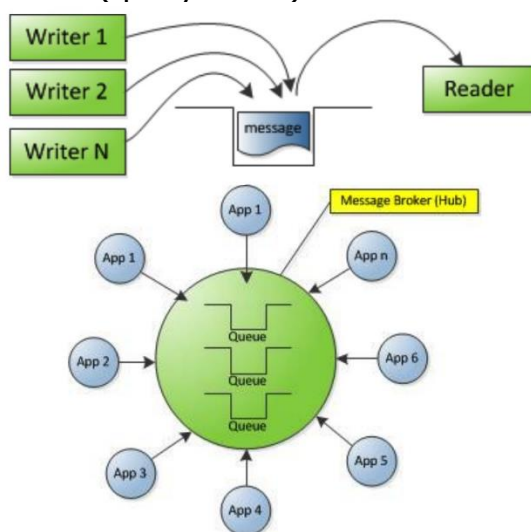


Рисунок 2 - Концепция распределенной очереди сообщений

Преимущества этой архитектуры:

- Асинхронный обмен значительно повышает производительность системы.
- Если принимающий сервер остановился на некоторое время, клиент не узнает об этом. Он просто сгенерирует запросы на обработку, пока очередь доступна. В это время вы можете быстро и незаметно поднять серверную часть, вычесть из очереди и обработать то, что было получено за последние несколько минут. В результате клиент почти ничего не заметит.
- Если вы централизовали очередь в брокере сообщений, вы можете получить единую точку управления информационными потоками на предприятии.

Несмотря на возможность масштабирования производительности архитектуры очереди сообщений, создание кластера потребовало большого количества нетривиальных действий. Топология оказалась сложной: были шлюзы, которые распределяли нагрузку, обеспечивали работу кластера очереди сообщений и т. Д. Выходом из этой ситуации является переход к архитектуре распределенной потоковой обработки (DSP).

В данном докладе представлены результаты применения этого перехода. От исследования и анализа причин выбора современной платформы для организации потоковой обработки до детальной разработки технических решений для реализации отдельных компонентов интеграции в рамках выбранной платформы.

Библиографический список

10. Aleksandr Bakulev, Marina Bakuleva, Sergei Skvortsov, Maksim Kozlov, Tatiana Pyurova, Vladimir Hrukin. Modern approaches to the development parallel programs for modern multicore processors.. Proceedings of 6th Mediterranean Conference on Embedded Computing (MECO), Bar, Montenegro, 2017, pp.38-4

11. Bakulev A.V., Bakuleva M.A., Avilkina S.B. Mathematical methods and algorithms of mobile parallel computing on the base of multi-core processors // European researcher. 2012. V. 33. № 11-1. P. 1826-1834.

12. Tyler Akidau, Slava Chernyak, Reuven Lax. Streaming Systems. O'Reilly Media, 2017.

13. Apache Flink Project. Available: <https://flink.apache.org/>

14. Бакулев А.В. Алгоритм синтеза параллельной реализации последовательной программы для вычислительных систем, построенных на базе многоядерных процессоров // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. 2009. № 30. С. 43-49.

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИРОВАНИИ ТРЕЩИНОВАТОСТИ ПОРОД

В.А. Смирнов, С.С. Ющенко

Научный руководитель - *Быкова О.Г.*

кандидат техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский Горный университет

При открытии нового нефтяного месторождения производится подсчет геологических запасов для оценки рентабельности разработки данного месторождения. Однако впоследствии в процессе разработки геологи часто производят переоценку величины запасов, которая иногда довольно значительно отличается от первоначальной величины. Если для терригенных коллекторов получаемые результаты, как правило, реальные, то для карбонатных, плотных низкопористых пород с повышенной трещиноватостью, применение методов подсчета запасов вызывает затруднение из-за невозможности четко определить количество трещин, их расположение и протяженность.

До последнего времени трещины рассматривались как линейные образования, что не соответствует их природе. Действительно, реальная трещина имеет сложную геометрию. Для более точной оценки трещинной структуры может быть использована фрактальная геометрия, получившая распространение благодаря труду Б. Мандельброта[1].

Учёт трещиноватости коллекторов с помощью фрактальной геометрии позволит нам точнее оценить фильтрационно-емкостные свойства пласта и его запасы.

Поэтому нас заинтересовало изучение трещины, как фрактальной модели. Трещина как природный фрактальный объект при изменении состояния горной породы способна развиваться – расти, разветвляться, менять направление своего движения. Динамика трещин определяется множеством факторов, имеющих вероятностный характер. В этой связи важное значение приобретает вероятностное моделирование данного процесса.

Сопоставив структуры трещин горных пород с различными природными образованиями, имеющими ветвящуюся структуру, мы заметили, что трещина распространяется подобно вкраплениям в минералах (рисунок 1).



Рисунок 1 – Распространение вкраплений в минералах

Также характер распространения трещин сопоставим с ветвящимся деревом, которое характеризуется фрактальной размерностью. Ботаники использовали для описания кроны дерева фракталы типа дендрит. Учитывая схожесть картин трещиноватости и кроны дерева, представляется возможным применить этот вид фрактала для описания трещиноватости нефтяного пласта.

С помощью этого сравнения можно создать модель для обоснования распространения трещин. Можно представить субвертикальную трещину, как ствол дерева, а отходящие от неё побочные горизонтальные трещины, как ветки дерева. После этого можно подсчитать объем нефти, содержащийся в трещинах с учётом стохастичности системы. И полученную величину использовать в методах подсчета геологических запасов.

На основе этих сравнений и изображений трещин в породе мы пришли к выводу, что наиболее точно отражают поведение трещин фракталы типа дендрит. Удобным и наглядным способом реализации такой модели служит компьютерное моделирование трещины с помощью L-систем (рисунок 2) согласно разработанному алгоритму на основе приведенных выше аналогий.

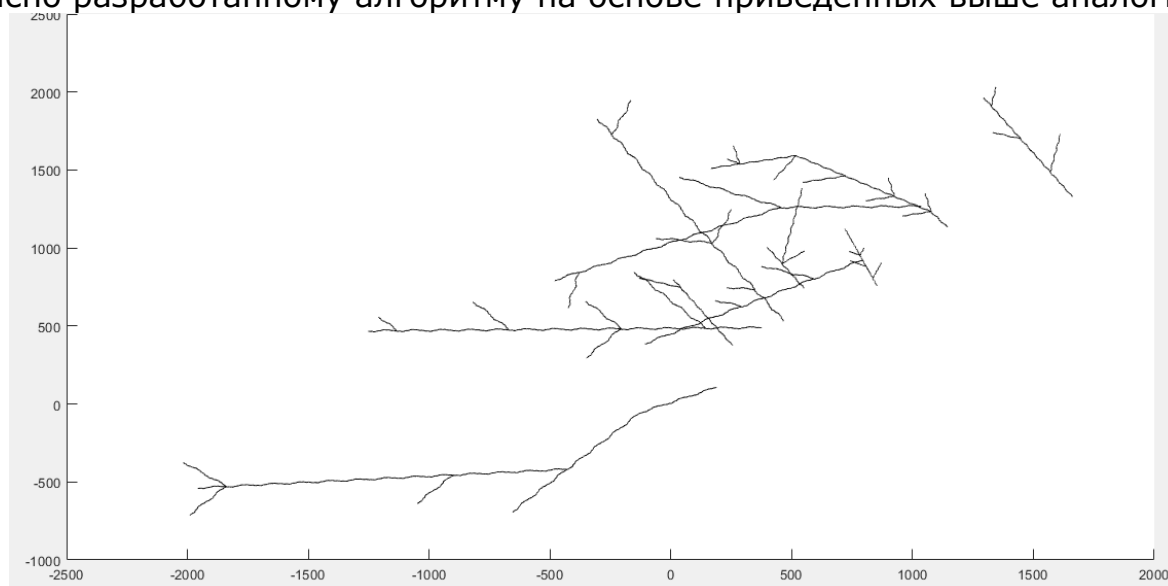


Рисунок 2 – Изображение трещины в пакете Matlab

На основании приведённых данных мы считаем, что трещинная ёмкость и проницаемость будут учитываться точнее благодаря данной модели. Вследствие этого применение фрактального подхода даст возможность более точно определять фильтрационно-емкостные свойства. Использование в качестве математической модели трещины фрактала позволит точнее оценивать запасы, моделировать геологическое строение разрабатываемых месторождений и использовать при планировании гидроразрыва пласта [2].

Библиографический список

1. *Мандельброт Б.* Фрактальная геометрия природы/Б. Мандельброт. – М.: Институт компьютерных исследований, 2002.– 656 с.
2. *Петухов А.В.* Степенной закон и принцип самоподобия при изучении трещиноватых нефтегазоносных коллекторов и гидродинамическом моделировании процесса разработки / А.В. Петухов, И.В. Шелепов, А.И. Куклин // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – № 33. – 21 с.

УЧЕТ НАУКОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ УЧЕБНОГО ИЛИ НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ

В.В. Ромашкова

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д-р техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Для оценки научной деятельности ученого всё чаще применяют наукометрические показатели.

Основной наукометрический показатель – это количество опубликованных работ ученого, которое может быть суммарным или разделено по типам: статьи, тезисы, монографии и т.д. Не секрет, что для увеличения количества научных работ ученые могут прибегать к некоторым хитростям, таким как дробление результатов для опубликования в разных изданиях или публикация почти одинаковых статей под разными названиями. Для того, чтобы действительно оценить авторитетность ученого и его трудов, необходимо отойти от подсчета количества опубликованных работ и принять во внимание показатели на основе количества цитирований.

Чтобы выявить тех ученых, которые пишут много и качественно, физик Х.Хирш предложил новый показатель – индекс Хирша. Этот показатель является количественной характеристикой продуктивности учёного, основанной на количестве публикаций и количестве цитирований этих публикаций.

Методика Х.Хирше говорит о том, что ученому присваивается индекс h , если из общего количества статей N цитируется h статей минимум по h раз каждая, при условии что статьи, которые остались $(N - h)$ имеют количество цитирований, не превышающее h раз. К примеру, если ученый имеет 100 опубликованных статей, и каждая из них была процитирована по одному разу, то h -индекс будет равен 1. Аналогичной будет цифра у автора, который издал всего один труд, но который процитировали 100 раз.

На мой взгляд, именно этими показателями стоит оценивать научную деятельность преподавателей Рязанского государственного радиотехнического университета имени В.Ф.Уткина.

23 июня 2019 года было проведено исследование, в ходе которого просмотрены профили 100 сотрудников РГРТУ имени В.Ф.Уткина на сайте научной электронной библиотеки elibrary.ru и выписаны следующие показатели: индекс Хирша по публикациям в РИНЦ, индекс Хирша без учета самоцитирований и распределение цитирований по годам цитирующих публикаций с 2016 по 2018 год.

Все преподаватели были распределены по факультетам и кафедрам, на которых они работают. Далее вычислены средние значения исследуемых показателей по факультетам. В итоге, по среднему индексу Хирша по публикациям в РИНЦ, среднему индексу Хирша без учета самоцитирований лидирует и среднему количеству цитирующих публикаций в 2016, 2017 и 2018 годах лидирует факультет вычислительной техники.

Такого рода исследование можно проводить не только в рамках университета, но и других учебных и научных учреждений.

Однако у данного способа есть недостатки. Создание базы данных сотрудников, поиск их профилей в электронной научной библиотеке,

просмотр и занесение интересующих данных в базу заняло 3 дня. Такой срок слишком большой, в процессе задействован человек, работоспособность которого непостоянна. При увеличении числа сотрудников в базе данных, существенно увеличивается и время работы. При этом играет роль человеческий фактор, а значит внесенные данные могут быть недостоверными.

Выходом из описанных проблем является разработка web-приложения для учета наукометрических показателей учебного или научного учреждения. В основе будущего приложения будет база данных сотрудников учреждения с URL ссылками на их профиль в научной электронной библиотеке. Переходя по ссылке приложение будет находить на странице интересующие показатели и заносить эти данные в базу данных. Такой способ позволит частично автоматизировать работу, сократить время выполнения задачи и снизить вероятность ошибки.

Библиографический список

1. Кара-Мурза С.Г. Цитирование в науке и подходы к оценке научного вклада // Вестник АН СССР.– 1981.– №5.–С.68–75.2.

2. Писляков В.В. Наука через призму статей // Публичные лекции «Полит.ру».– 2011. – [Электронный ресурс]URL: http://polit.ru/article/2011/12/21/pislyakov_2011/ (дата обращения 07.09.2019).

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ХРАНЕНИЯ И РАЗМЕЩЕНИЯ ИНТЕРНЕТ ССЫЛОК

И.В. Староверов

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д-р техн. наук, доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Трудно представить современную жизнь без использования интернета, на сегодняшний день им пользуются свыше 48% населения земного шара. Целью его использования является как работа, так и обучение, оплата различных услуг, покупка товаров и многое другое. В сети можно найти практически все: журналы, газеты, товары, заказать доставку еды, такси.

Каждый пользователи сети интернет имеет свои предпочитаемые ресурсы, которыми он чаще всего пользуется или ссылки, которые хочет запомнить для дальнейшей работы. Для их хранения пользователи используют «закладки» в браузерах. Но они имеют ряд недостатков, таких как:

- Недостаточная описательная информация о ресурсе;
- Трудности в использовании сохраненных закладок при работе с другими браузерами;
- Отсутствие возможности «Поделиться» с другими пользователями.

Помимо этого, количество сохраняемой информации постоянно растет и использование «закладок» в браузерах бывает уже недостаточно для удобной работы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка хранилища ссылок. В нем пользователь сможет сохранять ссылки, разделять их по категориям. При необходимости можно будет включить возможность просмотра этой информации другим пользователям ресурса, с целью предложения других, более эффективных ссылок или другой информации, такой как предупреждение о небезопасности используемого сайта.

При проектировании такого ресурса необходимо четко определить приватность хранящейся информации. Для этой цели будет разработана система параметров, которая позволит делать ту или иную информацию видимой другим пользователям. Доступ к видимости профиля также можно будет ограничить.

Еще одним важным аспектом является модерация открытой для общего доступа информации, с целью предотвращения распространения запрещенного контента. С этой целью будет разработан фильтр, в который внесутся теги и веб-ресурсы недопустимых или запрещенных веб-сайтов.

МАКРОС ОТСЛЕЖИВАНИЯ СРОКОВ РЕМОНТА ОБОРУДОВАНИЯ В MS EXCEL

И. И. Сураков

Научный руководитель – Быкова О. Г.

кандидат техн. наук, доцент

Санкт-Петербургский Горный университет

Табличный процессор Microsoft Excel широко используется на нефтедобывающих промыслах. В этой программе хранятся различные данные о работе промысла и выполняются различные расчеты [1, 2]. Причем востребованы не только прямые вычисления в программе, но и возможность реализовывать простые программы. Начиная с 1993 года, в состав Microsoft Excel входит Visual Basic для приложений - язык программирования, основанный на Basic, позволяющий автоматизировать решение различных задач в Microsoft Excel [3]. VBA является мощным дополнением к приложению и в более поздних версиях Microsoft Excel доступна полнофункциональная интегрированная среда разработки. Можно создать VBA-код, повторяющий действия пользователя или выполняющий некую последовательность команд, и таким образом автоматизировать решение простых задач.

На любом нефтедобывающем промысле имеется значительное количество оборудования, причем как установленного и работающего в скважинах, так и хранящегося на складе, проходящего планово-предупредительные работы или находящегося в ремонте. Перечень обслуживаемого оборудования хранится, как правило, в таблице Microsoft Excel. При этом каждому виду оборудования требуется выполнение профилактических межремонтных работ, плановые ремонты. Так, к примеру, за 12 месяцев 2017 года бригадами компании «Татнефть» осуществлен текущий ремонт скважин в количестве 11 200 раз, а капитальный ремонт – в количестве 2 678. Для составления плана этих работ требуется регулярный анализ всего списка оборудования. Поставлена задача разработать макрос, предназначенный для помощи промысловому мастеру. В работе описывается разработка макроса, предназначенного для вывода сведений по оборудованию, подлежащему планово-предупредительным работам или ремонту на заданную дату.

Библиографический список

1. Арсланов И.Г. Применение электронных таблиц в расчетах нефтегазопромыслового оборудования. /И.Г.Арсланов, М.Я. Хабибуллин. Современные технологии в нефтегазовом деле 2016. Сборник трудов Международной научно-технической конференции, посвященной 60-летию филиала Уфа, 25.03.2016, т.2.- Уфа, 2016.-. С. 10-13
2. Волкотрубов Д.А. Расчет объема загрязненности бурового раствора / Д.А. Волкотрубов., М.В Турицына. Современные образовательные технологии в преподавании естественно-научных и гуманитарных дисциплин. II Международная научно-методическая конференция. Сборник научных трудов. Санкт-Петербург, 9-10 апреля 2015. Национальный минерально-сырьевой университет "Горный". С. 646-652
3. Гайдышев И.П., Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++. – СПб.: БХВ-Петербург, 2004. – 512 с.

**ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАЗРАБОТКИ ПРИ
СОВМЕСТНОМ ВОДОГАЗОВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ**

Автор: Яков Денисович Минаев

Научный руководитель: Быкова Ольга Георгиевна,
к.т.н., доцент

Санкт – Петербургский Горный Университет

В настоящее время запасы легкой нефти в нашей стране и во всем мире почти истощены, нефтегазовая отрасль стоит перед трудной задачей поддержания добычи на прежнем уровне. В связи с этим на первый план выходят так называемые третичные методы добычи, позволяющие увеличить нефтеотдачу и обеспечить приемлемые дебиты на трудных месторождениях[1].

Одна из таких технологий – технология совместного водогазового воздействия (SWAG) [2], в которой нефть вытесняется из пласта путем закачки водогазовой смеси. В отличии от других разновидностей водогазового воздействия, данная технология не требует высоких капитальных затрат и позволяет эффективно использовать попутный нефтяной газ, который иначе бы бесцельно сжигался.

Разумеется, для эффективной эксплуатации месторождения необходимы программные комплексы, позволяющие оценить вероятный эффект от внедрения технологии. В большинстве случаев в нефтегазовой отрасли используются сложные симуляторы, требующие кропотливого построения модели месторождения и подгонки всех интересующих параметров, однако иногда для оперативной оценки эффекта необходимо что – то более простое.

В данной работе был написан программный модуль, позволяющий произвести предварительную оценку эффективности метода совместной закачки воды и газа, а также подобрать необходимые параметры смеси для достижения наибольшей эффективности.

Модуль был написан на языке программирования Python, в его основу легла модель Бакли – Леверетта, которую обыкновенно используют для расчета заводнения. Учет влияния газовой фазы производился через функцию Христиановича. За входные параметры берутся фильтрационные

характеристики рассматриваемого объекта, свойства нефти, а также параметры объекта разработки и используемой водогазовой смеси [3]. По результатам расчета строятся графики разработки (рис. 1), по которым можно оценить эффект от применения технологии и спроектировать разработку месторождения, а также сравнить разные возможные варианты разработки между собой [4].

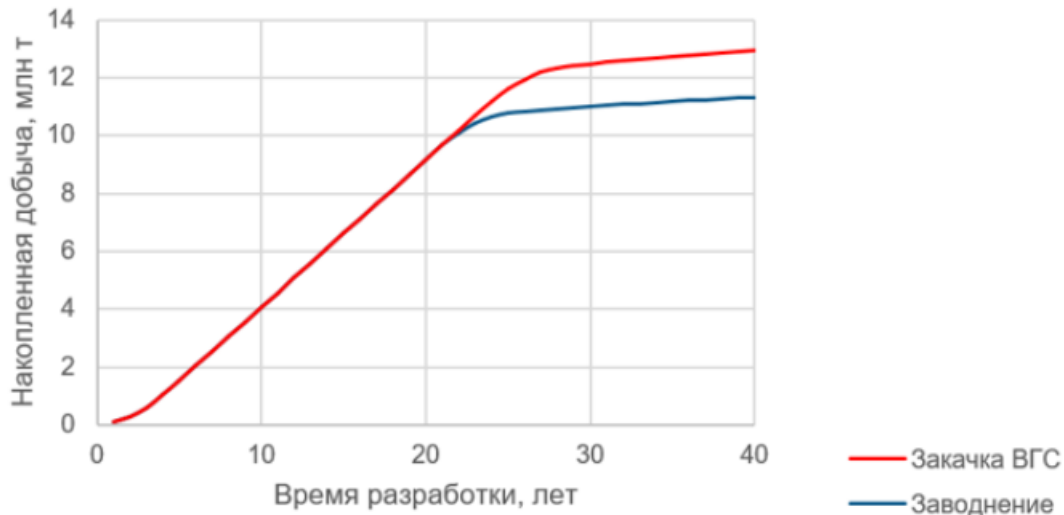


Рисунок 1 – График разработки

Библиографический список:

1. Вяхирев Р.И. Разработка и эксплуатация газовых месторождений / Р.И. Вяхирев, А.И. Грицеко, Р.М. Тер - Саркисов. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2002. – 880 с.
2. Дроздов А.Н. Принципиальные предложения по технической реализации водогазового воздействия на Уренгойском месторождении / А.Н. Дроздов, Н.А. Дроздов // Территория «НЕФТЕГАЗ», 2017. – №10. – С. 56-60.
3. Шарафутдинов Р.Ф. Результаты лабораторно – экспериментальных исследований по физическому моделированию вытеснения нефти различными агентами / Р.Ф Шарафутдинов [и др] // Экспозиция Нефть Газ, 2017. – № 3. – С. 28–33.
4. Шарафутдинов Р.Ф. Моделирование разработки нефтяных оторочек Уренгойского месторождения с воздействием на пласт различными агентами // Р.Ф Шарафутдинов [и др] // Экспозиция Нефть Газ, 2016. – №4. – С. 52–57.

ПРОЦЕДУРА КАЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ РИСКОВ ИТ-ПРОЕКТОВ

А.И. Черняк, С.А. Поттосина
 Научный руководитель - Поттосина С.А.
 кандидат физ.-мат. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Оценка рисков предполагает определение величины возможных результатов (позитивных или негативных) воздействия неопределенных факторов и вероятность (правдоподобность) их наступления.

Для оценки рисков можно применять качественную либо количественную

оценку. Качественная оценка основана на экспертных методах оценки, использующих шкалы в качестве базы для измерения. Качественную оценку легче выполнить, при этом результаты оценки достаточно наглядны.

Качественная оценка рисков – процесс представления качественного анализа и трансформации «сырого» списка рисков, составленного на шаге идентификации, в основную таблицу рисков с учетом их приоритетов. Основной целью шага анализа рисков является их приоритизация, что позволяет определить риски, на которые стоит выделить ресурсы для дальнейшей работы с ними.

Процесс качественной оценки рисков состоит из следующих этапов:

Этап 1. Выбор ответственного риска. Обычно все идентифицированные риски распределяются между ответственными. За риск, как правило, отвечает тот, кто идентифицировал данный риск. Владельцы рисков наблюдают за признаками наступления риска, а также управляют ответными процедурами в случае возникновения данного риска.

Этап 2. Анализ допущений. Анализ допущений необходимо выполнить прежде, чем непосредственно переходить к качественному анализу рисков.

Отсутствие информации делает данные еще более рискованными. Если допущения оказываются ложными, степень риска проекта существенно увеличивается.

Этап 3. Выбор шкал для экспертной оценки. После завершения работы с погрешностью данных необходимо понять, какие шкалы степени воздействия рисков будут использованы и какие методики качественного анализа могут применяться.

Наиболее простая и удобная в использовании методика оценки заключается в выработке проектной группой коллективных оценок двух общепризнанных параметров каждого из рисков – вероятности возникновения и степени влияния риска.

Этап 4. Экспертная оценка вероятности возникновения и степени влияния риска. Процедура экспертной оценки состоит в разработке перечня критериев оценки в виде экспертных листов, содержащих вопросы. Для каждого критерия назначаются весовые коэффициенты, которые не сообщаются экспертам. По каждому критерию составляются варианты ответов, веса которых неизвестны экспертам. Эксперты должны обладать полной информацией об оцениваемом проекте, анализировать вопросы и отмечать выбранный вариант ответа. Далее заполненные экспертные листы обрабатываются, и выдаются результаты экспертизы.

Вероятность возникновения риска – это мера возможности того, что последствие риска, описанное в его формулировке, действительно наступит.

Наиболее эффективной шкалой вероятности риска является простейшая градация «низко – средне – высоко», отображаемая в отдельно взятые численные значения (таблица 1).

Таблица 1 – Шкала для оценки вероятности риска

Вероятность наступления	Среднее значение вероятности	Словесная формулировка	Числовая оценка
От 0,01 до 0,33	0,17	Низкая вероятность	1
От 0,34 до 0,67	0,5	Средняя вероятность	2
От 0,68 до 0,99	0,84	Высокая вероятность	3

Влияние риска – представляет собой меру серьезности негативных последствий, уровень убытков или оценку потенциальных возможностей, связанных с риском.

Влияние должно быть непосредственным числовым выражением последствия риска. Оно может оцениваться в денежных единицах или же по некоторой субъективной шкале (таблица 2).

Таблица 2 – Шкала для оценки влияния риска

Влияние	Очень низкое	Низкое	Умеренное	Высокое	Очень высокое
Показатель	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

Этап 5. Построение матрицы Вероятность × Влияние и приоритезация рисков. Интерпретация качественных оценок в количественные показатели позволяет менеджеру риска построить матрицу количественных показателей с ранжированными по приоритетам рисками, которая будет основана на качественных показателях матрицы Вероятность × Влияние.

Таблица 3 – Матрица Вероятность × Влияние

Вероятность	Оценка риска = Вероятность × Влияние				
0,84	0,042	0,084	0,168	0,336	0,672
0,5	0,025	0,05	0,1	0,2	0,4
0,17	0,0085	0,017	0,034	0,068	0,136
Воздействие	0,05	0,1	0,2	0,4	0,8

Этап 6. Документирование незначимых рисков. Незначимые риски, не вошедшие в дальнейшее управление рисками, должны быть задокументированы, чтобы можно было по мере выполнения проекта быстро понять, как ведет себя данный риск.

Качественная оценка рисков позволяет определить градацию рисков по их вероятности и последствиям, разделить риски на группы и расположить их в порядке приоритетов реагирования на них.

Библиографический список

1. Новиков Д. А. Управление проектами: организационные механизмы / Д. А. Новиков. – М.: ПМСОФТ, 2007. 140 с.
2. Авдошин С. М., Песоцкая Е. Ю. Информатизация бизнеса. Управление рисками. – М.: ДМК Пресс, 2011. – 176 с.

РАСПОЗНАВАНИЕ ТЕКСТА С ПОМОЩЬЮ TESSERACT

М.М. Еремин

Научный руководитель – Дятлов Р.Н.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Развитие и распространение компьютерной обработки информации подразумевают распознаванию различных объектов реального мира машинными способами. Они позволяют обрабатывать большие объемы данных в реальном времени [1].

Tesseract — это механизм оптического распознавания символов с открытым исходным кодом, представляющий собой, довольно распространенную OCR-библиотеку, доступную на языке Python 3.7. Она позволяет распознавать текст, представленный на изображениях в формате PNG, JPEG, GIF, TIFF, BMP.[2]

OCR Tesseract использует искусственный интеллект для поиска текста и его распознавания на изображениях. Алгоритм работы находит шаблоны в пикселях, буквах, словах и предложениях и использует двухэтапный подход, который вызывает адаптивное распознавание.

Осуществимо использование библиотеки Tesseract к проблеме распознавания и идентификации символов на государственных регистрационных знаках автомобилей при различных условиях окружающей среды (туман, освещённость, блики и пр.).

Основной целью было определить последовательность символов, являющейся номером автомобиля по фотографии (рисунок 1): на верхнем изображении произведена слишком сильная бинаризация, среднее изображение – норма, нижнее – пересвечено.



Рисунок 6 - Варианты влияния контрастности изображения

Подводя итог, стоит отметить, что присутствует зависимость от угла съемки и искажений, вызванных несовершенством цифровой камеры и ее оптической системы, не позволяющая должным образом распознать текст, так и параметров от нее не зависящих, такое как освещение [3]. Для коррекции последних возможно применение программных средств. Установлено опытным путем, что распознавание текста занимает гораздо меньше времени, чем подбор оптимальных параметров, чтобы его опознать.

Библиографический список

1. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep Learning // Nature.– 2015.– Vol. 521.pp. 436–444.
2. Deep Learning in Neural Networks: an Overview // Neural Networks.– 2015.– Vol 1.– pp. 16.
3. Лукьяница А.А., Шишкин А.Г. Цифровая обработка видеоизображений "Ай-Эс-Эс Пресс", 2009. - 518 с.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ ТОНКОПЛЕНЧНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ НА ОСНОВЕ ПРОФИЛОМЕТРА TALYSTEP

С.В. Гурский, В.К. Ли

Научный руководитель – Петлицкая Т.В.

кандидат техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники**

Увеличение коэффициента поглощения энергии солнечными элементами (СЭ) является ключевым фактором для выживания технологии в качестве возобновляемого ресурса. Многослойные покрытия учитывают абсорбцию, пропускание и отражение солнечного света, который необходим для функционирования фотоэлементов. Исследования показали, что шероховатость каждого из слоёв многослойного покрытия оказывает значительное влияние на КПД батареи. Поэтому контроль шероховатости слоев является важной технологической операцией при производстве солнечных элементов [1].

Методика анализа шероховатости пленок СЭ на базе профилометра *Talystep* основана на контактном способе измерения шероховатости профиля поверхности. Алмазная игла, радиусом закругления 12 мкм или 2 мкм (в зависимости от обработки измеряемой поверхности), поступательно перемещается по определенной трассе относительно поверхности. Ось иглы располагают по нормали к поверхности. Опускаясь во впадины, а затем поднимаясь на выступы во время движения ощупывающей головки по испытываемой поверхности, игла колеблется относительно головки соответственно огибаемому профилю. Усилие иглы настраивается так, чтобы давление, оказываемое иглой на поверхность, передавалось посредством волосковой пружины на чувствительный тензодатчик, а затем преобразовывалось с помощью блока электроники в сигнал соответствующего уровня, который и выводится на самопишущее устройство. По снятому с самопишущего устройства профилю поверхности (рисунок 1) измеряют параметр шероховатости R_a [2].

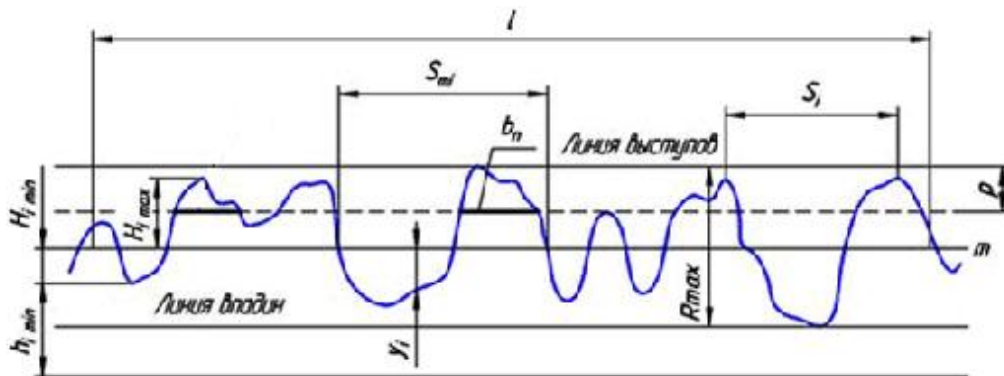


Рисунок Б.1 – Схематическое изображение и параметры шероховатости поверхности

l - базовая длина;

m - средняя линия профиля;

S_{mi} - средний шаг местных выступов профиля;

$H_{i \max}$ - отклонение пяти наибольших максимумов профиля;

$H_{i \min}$ - отклонение пяти наибольших минимумов профиля;

$h_{i \min}$ - расстояние от низших точек пяти наибольших минимумов до линии, параллельной средней и не пересекающей профиль;

R_{\max} - наибольшая высота профиля;

y_i - отклонения профиля от линии m ;

P - уровень сечения профиля;

b_n - длина отрезков, отсекаемых на уровне P .

При небольших выступах и впадинах (до 10 - 20 мкм) характеристикой шероховатости является их средняя арифметическая величина R_a на некоторой базовой длине l , которая высчитывается по формуле (1) [3]:

$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx . \quad (1)$$

Отсчет ведется от базовой линии, имеющей форму номинального профиля, проведенной так, что среднее квадратичное отклонение профиля от этой линии минимально.

При больших значениях шероховатости основным параметром шероховатости является высота R_z , мкм, рассчитываемая по десяти максимальным точкам профиля на базовой длине l , по формуле (2):

$$R_z = \frac{1}{5} \left(\sum_{i=1}^5 |H_{imax}| + \sum_{i=1}^5 |H_{imin}| \right) . \quad (2)$$

Существует так же способ увеличения точности расчета параметра шероховатости R_a за счет уменьшения шага обработки. Измеряя шероховатость пленки экспериментального образца СЭ при обработке профилограммы по методике расчета шероховатости по 50 точкам через 2 мм $R_a = 0.430$, то при обработке ее по новой методике (по 100 точкам через 1 мм) дало результат $R_a = 0.439$. Предложенная процедура обработки профилограммы повысила точность измерений, снизив погрешность измерений с ± 7 до ± 5 %.

Библиографический список

1. Мальков О.В., Литвиненко А.В. Измерение параметров шероховатости поверхности детали. Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012
2. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.
3. Табенкин А.Н., Тарасов С.Б., Степанов С.Н. Шероховатость, волнистость, профиль. Международный опыт. Издательство Политехнического университета. Санкт-Петербург. 2007

ПОДХОД К ОЦЕНКЕ НАДЁЖНОСТИ РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ

В.Т. Лэ, С.С. Дик

Научный руководитель – Боровиков С.М.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В сложных информационно-компьютерных системах вклад программного обеспечения в ненадёжность систем может составлять 40 и более процентов [1]. Во многих случаях разработчиков программного обеспечения для технических систем интересует ожидаемый уровень надёжности прикладных программных средств ещё до написания кода компьютерных программ.

О надёжности разрабатываемого программного средства (компьютерной программы) будем судить по интенсивности проявления дефектов, обусловленных ошибками его проектирования. В работе [2] для оценки ожидаемой надёжности прикладного программного средства, прошедшего тестирование, предлагается модель

$$\lambda_{п.тест} = \lambda_0 \cdot K_{тест}(S_1, S_2, S_3), \quad (1)$$

где $\lambda_{п.тест}$ – ожидаемая интенсивность проявления дефектов программного средства, прошедшего тестирование; λ_0 – ожидаемая начальная интенсивность проявления оставшихся дефектов в программном средстве (до начала этапа тестирования); $K_{тест}(S_1, S_2, S_3)$ – поправочный коэффициент уменьшения интенсивности проявления дефектов программного средства за счёт выполнения его тестирования. Коэффициент $K_{тест}(S_1, S_2, S_3)$ учитывает три метрики: технологию тестирования (S_1), время тестирования (S_2), опыт и квалификацию тестирующих (S_3).

В данной работе обсуждается получение величины λ_0 выражения (1). Значение λ_0 предлагается оценивать с учётом предполагаемого объёма компьютерной программы в тысячах строк кода (англоязычный вариант – KLOC), используя модель

$$\lambda_0 = C \cdot F \cdot L_{KLOC}, \quad (2)$$

где C – коэффициент пропорциональности, показывающий как оставшиеся в компьютерной программе ошибки трансформируются в интенсивность проявления дефектов при использовании программного средства по назначению, размерность коэффициента – 1/ошибок за единицу времени; F – ожидаемая плотность оставшихся дефектов, приходящаяся на 1000 строк кода компьютерной программы после устранения в ней ошибок программирования (до выполнения тестирования); L_{KLOC} – предполагаемый объём компьютерной программы в тысячах строк кода.

Для определения значения C модели (2) воспользуемся общепринятым выражением для средней интенсивности проявления дефектов $\lambda_{ср}$ [3]:

$$\lambda_{ср} = C \cdot N_{ош}, \quad (3)$$

где $N_{ош}$ – число дефектов (ошибок), оставшихся в программном средстве.

Для наглядности в качестве примера покажем, как получить прогнозное значение C , используя информацию о программном средстве (таблица 1).

Таблица 1 – Значение C , найденные по информации о программном средстве

Программное средство	Объём кода L , тысяч строк	Количество ошибок на тысячу строк кода	Число ошибок $N_{\text{ош}}$	$\lambda_{\text{ср}}, \text{ч}^{-1}$	C , 1/ошибок в час
1. ОС без учета вклада драйверов	1500	0,04	60	0,0024	$4 \cdot 10^{-5}$
2. ОС с учетом вклада драйверов	1500	0,096	144	0,00833	$5,8 \cdot 10^{-5}$
3. Oracle Content Server	1300	0,04	52	0,00124	$2,4 \cdot 10^{-5}$

Средним значением коэффициента C можно воспользоваться при оценке ожидаемой надёжности разрабатываемых программных средств.

Значение плотности дефектов F выражения (2) предлагается получать с помощью модели RL-92-52 («Римская модель») [4], основанной на использовании метрик программного обеспечения:

$$F = A \cdot D \cdot S, \quad (4)$$

где F – прогнозируемая плотность дефектов, приходящихся на 1000 строк кода разрабатываемой компьютерной программы; A – средняя или базовая плотность дефектов для программных средств, используемых в данной отрасли; D – метрика, учитывающая среду разработки программного обеспечения; S – метрика, учитывающая характеристики программного средства. Пояснение значения A , D , S и/или рекомендации по их получению приводятся в [2].

Библиографический список

1. Программное обеспечение – источник всех проблем [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.williamspublishing.com/PDF/5-8459-0785-3/part1.pdf>
2. Боровиков, С.М. Возможный подход к оценке надёжности прикладных программных средств для технологий Big Data / С.М. Боровиков, Ван Там Лэ, С.С. Дик // BIG DATA и анализ высокого уровня : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 13–14 марта 2019 года). В 2 ч. Ч. 2. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 77-83.
3. Чуканов, В. О. Надёжность программного обеспечения и аппаратных средств систем передачи данных атомных электростанций / В. О. Чуканов. – М. : МИФИ, 2008. – 168 с.
4. Software reliability, measurement and testing guidebook for software reliability measurement and testing: RL-TR-92-52, Vol II (of two) Final technical report April 1992/ Science Applications International Corp. (SAIC), Research Triangle Institute (RTI). Rome Laboratory Air Force Systems Command Griffiss Air Force Base NY 13441-5700.

ОБ ОЦЕНКЕ НАДЁЖНОСТИ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА РАННИХ ЭТАПАХ ЕГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В.Т. Лэ, С.С. Дик

Научный руководитель – Боровиков С.М.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В настоящее время актуальной является проблема исследования надежности программного обеспечения (ПО)[1-2]. В рамках данной проблемы можно выделить ряд частных задач, таких как:

- определение основных факторов, влияющих на надежность ПО;
- разработка методов оценки надежности ПО;
- разработка методов, обеспечивающих достижение заданного уровня надежности ПО.

Под надежностью ПО понимается его способность безотказно выполнять определенные функции при заданных условиях в течение заданного периода времени с достаточно большой вероятностью.

Функциональная надежность ПО – комплексное свойство. В зависимости от назначения и условий применения может включать безотказность, работоспособность, безопасность и защищенность.

Оценка надежности ПО, как и любого другого объекта, начинается с определения критериев, по которым будет оцениваться надежность[3,4]. При анализе надежности ПО используются традиционные для технических систем критерии надежности: вероятность безотказной работы за заданное время (t_3) – $P(t_3)$, вероятность отказа $Q(t_3)$, средняя наработка до отказа (*Mean Time To Failure*) $T_{ср}$, средняя наработка на отказ (*Mean Time Between Failures*) T_0 , интенсивность отказов $\lambda(t)$, коэффициент готовности K_r , вероятность восстановления $v(t_3)$ и среднее время восстановления T_B .

Для количественной оценки показателей надежности программного обеспечения используют модели надежности, под которыми понимаются математические модели, построенные для оценки зависимости надежности от заранее известных или определённых в ходе выполнения задания параметров. Эти модели можно разбить на две основные группы: эмпирические и аналитические. Аналитические модели разделяют на статические и динамические[5].

Известные методы оценки надёжности прикладного ПО исходят из того, что имеются определённые данные о тестировании уже написанного ПО с использованием кода программ и устранены ошибки, обусловленные нарушением правил языка программирования. Однако в большинстве случаев проектировщиков информационно-компьютерных систем и разработчиков программного обеспечения для анализа информации с помощью этих систем интересует ожидаемый уровень надёжности прикладного ПО ещё до написания программного кода их программ. Возникает вопрос, как спрогнозировать ожидаемый уровень надёжности ПО на этом этапе.

В настоящее время к простой статистической модели относят феноменологическую модель фирмы TRW [6,7]. Используя эту модель, можно на этапе разработки технического задания на ПО оценить количество

ожидаемых в нём ошибок N до начала этапа тестирования. Феноменологическая модель представляет собой линейную модель оценки показателя сложности ПО по 5-ти эмпирическим характеристикам программ:

1. Логической сложности L_{tot} , измеряется числом логических операторов (разветвлений, циклов, условных переходов).
2. Сложности взаимосвязей C_{inf} , измеряется числом прикладных и системных интерфейсов рассматриваемого модуля, т.е. числом вызываемых из него прикладных и системных программ.
3. Сложности вычислений C_c , измеряется числом операторов, содержащих арифметические операции.
4. Сложности ввода-вывода $C_{i/o}$, измеряется числом операций ввода-вывода.
5. Понятности U_{read} , измеряется числом комментариев.

Показатель общей сложности определяют по формуле

$$C = L_{tot} + 0,1 \cdot C_{inf} + 0,2 \cdot C_c + 0,4 \cdot C_{i/o} + (-0,1) \cdot U_{read}. \quad (1)$$

Коэффициенты 1; 0,1; 0,2; 0,4 и (-0,1) задают относительные веса соответствующих показателей в аддитивной модели общей сложности. Для расчета числа ошибок N предлагается использовать следующую многофакторную модель:

$$N = L_{tot} \cdot k_1 + 0,1 \cdot C_{inf} \cdot k_2 + 0,2 \cdot C_c \cdot k_3 + 0,4 \cdot C_{i/o} \cdot k_4 + (-0,1) \cdot U_{read} \cdot k_5, \quad (2)$$

где k_i – коэффициент корреляции числа ошибок с i -м показателем сложности. Значения коэффициентов k_i можно найти методом наименьших квадратов, используя статистические данные.

Библиографический список

1. Программное обеспечение – источник всех проблем. [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа: <http://www.williamspublishing.com/PDF/5-8459-0785-3/part1.pdf>
2. Технология программирования. Надёжность программного обеспечения. [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : http://www.tehprog.ru/index.php_page=lecture13.html
3. Формальные методы обеспечения качества ПО. [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : <http://kspt.icc.spbstu.ru/media/files/2010/course/softwarequality/lec2.pdf>
4. Методы обеспечения аппаратно-программной надёжности вычислительных систем. Д.т.н., проф. Чуканов В.О., к.т.н., доц. Гуров В.В. [Электронный ресурс]. – 2019. – Режим доступа : http://www.mcst.ru/files/5357ec/dd0cd8/50af39/000000/seminar_metody_obespecheniya_apparatno-programmnoy_nadezhnosti_vychislitelnyh_sistem.pdf
5. Лэ В.Т. Классификация моделей надёжности прикладного программного обеспечения/ В.Т. Лэ, С.С. Дик // 55-я юбилейная научная конференция аспирантов, магистрантов и студентов учреждения образования БГУИР, 22–26 апреля 2019 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тезисы докладов. – Мн. – 2019. – С. 167–168.
6. Липаев, В. В. Надёжность программных средств / В.В. Липаев. – М.: СИНТЕГ, 1998.
7. Тейер Т. Надёжность программного обеспечения. / Т. Тейер, М. Липов, Э. Нельсон. – М.: Мир, 1981.

ОБЗОР АЛГОРИТМОВ НА ГРАФАХ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В СФЕРЕ ТЕРРИТОРИАЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

А.В. Пудова

Научный руководитель - Маркин А.В.

кандидат техн. наук, старший научный сотрудник, доцент, почетный работник высшего профессионального образования РФ

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Территориальное планирование – это планирование размещения объектов городской и сельской местности для государственных и муниципальных нужд, зон с особыми условиями использования территорий [1].

Целью настоящей работы является рассмотрение основных методов территориального планирования и возможности их реализации с помощью алгоритмов на графах.

Для оценки возможности применения алгоритмов на графах в сфере территориального планирования проведено сравнение основных характеристик традиционных методов территориального планирования и алгоритмов на графах.

Исследуемыми методами территориального планирования являются [2]:

- экспертные оценки;
- экстраполяция;
- районирование и зонирование территорий.

В ходе исследования выявлены особенности методов территориального планирования, задачи и основные преимущества каждого из перечисленных подходов.

Сущность метода экспертных оценок заключается в принятии решений на основе получения ответов от специалистов в условиях недостаточного количества данных.

Основное назначение метода экстраполяции является выстраивание тенденции развития на основе предыдущего опыта.

Метод зонирования и районирования территории заключается в разделении территории на кластеры, зоны по одному или нескольким критериям

Анализ литературы и других источников по алгоритмах на графах, показал, что наиболее применимыми в сфере территориального планирования могут являться [3]:

- 1) кластеризация;
- 2) выделение главных компонент;
- 3) экспертное прогнозирование.

Кластеризация позволяет разделить множество значений на группы по одному или нескольким критериям.

Выделение главных компонент служит для планирования или прогнозирования поведения объекта на основе только определенных, главных критериев.

Экспертное прогнозирование позволяет, исходя из небольшого количества данных на основе опыта и знаний экспертов, узнать дальнейшее развитие объекта.

После анализа особенностей основных методов территориального планирования и алгоритмов на графах проведено их

сопоставление и сравнение.

В ходе проведенного сравнительного анализа выявлено, что основные методы территориального планирования можно реализовать с помощью алгоритмов на графах.

Метод экспертных оценок может быть реализован на графах с помощью алгоритма экспертного прогнозирования. Районирование и зонирование реализовать с использованием кластеризации. Экстраполяцию можно провести благодаря совместному применению алгоритма выделения главных компонент и экспертного прогнозирования.

Использование алгоритмов на графах в сфере территориального планирования позволит визуализировать и оптимизировать работу с данными.

Библиографический список

1. Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 02.08.2019) (с изм. и доп., вступ. в силу с 13.08.2019) [Электронный ресурс] URL:http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_51040/ (дата обращения: 06.10.2019).

2. Методы территориального планирования. Основные принципы территориального планирования. URL: https://studbooks.net/1732953/nedvizhimost/metody_territorialnogo_planirovaniya_osnovnye_printsipy_territorialnogo_planirovaniya (дата обращения: 08.10.2019).

3. Алгоритмы на графах: учеб. пособие/ Землянухин В.Н., Землянухина Л.Н. – г. Ростов-на-Дону 2004.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ МОБИЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ В ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯХ

А.Ю. Игнатьев

Научный руководитель – Ефименко С.А.

кандидат техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

В эру мобильных устройств и технологий растёт процент пользователей, предпочитающих использовать свои мобильные телефоны вместо персональных компьютеров для поиска информации в интернете. И у современных мобильных телефонов есть особенность, отличающая их от персональных компьютеров – у них есть множество различных встроенных датчиков. Используя эти датчики, можно улучшить пользовательский опыт использования веб-приложений. Например, используя датчик освещенности, автоматически включать темную тему в приложении в темное время суток. Или, используя акселерометр, определять, что пользователь трясёт своим телефоном, и расценивать это как какое-нибудь действие, например, перемешать или очистить выбранный пользователем список элементов.

Большинство современных мобильных телефонов имеют встроенные датчики [1]:

- акселерометр – датчик линейного ускорения;
- гироскоп – датчик определения углов наклона;
- магнитометр – датчик магнитного поля;

- датчик приближенности – определяет расстояние до экрана;
- датчик освещенности – определяет степень освещенности окружения.

Также некоторые мобильные телефоны имеют барометр, температурный датчик, датчик влажности воздуха и т.д.

Для программного взаимодействия с этими датчиками из браузера существуют различные API. Одним из вариантов работы с датчиками является модель подписки на события окна. Поддерживаемые события: DeviceMotionEvent (событие изменения положения), DeviceOrientationEvent (событие изменения угла наклона), DeviceLightEvent (событие изменения освещения), DeviceProximityEvent (событие изменения приближенности экрана) [2]. Данные о значениях датчиков содержатся в аргументах события. Эти события поддерживаются большинством современных браузеров, однако модель подписки на события окна устарела и не соответствует модели объектно-ориентированного программирования (ООП).

В марте 2019г появился новый ООП API - Generic Sensor API, разработанный и задокументированный в Intel Corporation [3]. Отличием от предыдущего способа работы с датчиками является ООП подход – абстракция высокоуровневыми классами над низкоуровневыми интерфейсами датчиков. Это позволяет работать с датчиками в привычном ООП подходе. Существуют следующие классы: Accelerometer (акселерометр), AmbientLightSensor (датчик освещенности), Gyroscope (гироскоп), Magnetometer (магнитометр), OrientationSensor (датчик наклона), ProximitySensor (датчик расстояния до экрана), а также другие классы, основанные на базовых классах: LinearAccelerationSensor, AbsoluteOrientationSensor, RelativeOrientationSensor. Все эти классы предоставляют единый интерфейс для работы с ними. Кроме того, некоторые математические выражения уже запрограммированы в этих классах, таким образом отпадает необходимость самим вычислять углы поворота телефона относительно Земли. Также данный подход позволяет создавать модульные тесты, подменяя реальные данные с датчиков и не используя сами датчики.

В связи с тем, что Generic Sensor API является новой технологией, она не поддерживается во всех браузерах. На данный момент её поддерживают браузеры Chrome и Opera, а также некоторые мобильные браузеры.

В целях безопасности, для работы с некоторыми датчиками требуются разрешения пользователя, подтверждающие, что он согласен предоставить доступ приложению к датчикам. Запрос на доступ к датчику происходит через класс Navigator, и в ответ возвращается информация о том, разрешил пользователь доступ или нет.

Таким образом, использование датчиков мобильного устройства из браузера не является проблемой и это может улучшить пользовательский опыт использования приложения и выделить среди конкурентов. Помимо применения датчиков в простых случаях, их можно также задействовать в создании приложений дополненной реальности или браузерных играх.

Таким образом, технология Generic Sensor API обеспечивает доступ к датчикам мобильного устройства из браузера, что позволяет сделать более комфортной и удобной работу с приложением, повышая тем самым его конкурентоспособность. Помимо использования датчиков в простых случаях, с их помощью можно создавать приложения дополненной реальности или применять их в браузерных играх.

Библиографический список

1. Какие датчики устанавливаются в смартфоны и зачем они нужны – URL: <https://china-review.com.ua/6741-kakie-datchki-est-v-vashem-smartfone-a-vy-dazhe-nedogadyvalist-ob-etom.html> (дата обращения: 05.10.2019)
2. Detecting device orientation – URL: https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/API/Detecting_device_orientation (дата обращения: 05.10.2019)
3. Generic Sensor API – URL: <https://www.w3.org/TR/generic-sensor/> (дата обращения: 05.10.2019)

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛИРОВАНИЯ ЦЕЛОСТНОСТИ СИГНАЛОВ В ALTIUM DESIGNER И HYPERLYNX

А.П. Горбач, Е.В. Хуторная
Научный руководитель – Алексеев В.Ф.
канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Важным этапом проектирования современных цифровых устройств является обеспечение целостности сигналов на печатной плате. Во избежание шумов и помех, искажающих сигналы, рекомендуется производить моделирование целостности сигналов на этапе проектирования печатной платы. Это позволит выявить недостатки трассировки до того, как плата будет изготовлена, что, в свою очередь, повышает эффективность производства готовых устройств [1–3].

В докладе приводится сравнительный анализ моделирования целостности сигналов при помощи Altium Designer и Hyperlynx. Моделирование проводилось на участке цепи модуля системы управления трехфазным двигателем, представленном в [2].

Altium Designer, в первую очередь, предназначен для проектирования печатных плат различной сложности. Однако, он также позволяет проводить такие виды анализа, как PDN Analysis и SI Analysis. Согласно методике, указанной в [4], был проведен анализ целостности сигнала в цепи DD3_27. Микросхемой DD3 генерируется выходной прямоугольный цифровой сигнал HO1 с частотой 10МГц и амплитудой 2,5В.

Для проведения моделирования необходимо добавить в описание исследуемого элемента ссылку на IBIS-модель, которая представляет из себя «черный ящик», описывающий поведение сигналов только на контактах элемента.

Результатом моделирования целостности выбранного сигнала является график зависимости напряжения от времени, что позволяет оценить форму сигнала. Поскольку IBIS-модель содержит описание поведения сигнала на выводе, в данном случае результатом исследования являются два графика: красной линией изображена форма сигнала на выводе микросхемы DD3, а синей линией – форма сигнала на контактной площадке резистора.

В результате моделирования были получены сигналы стандартной формы без шумов и искажений. На рисунке 1 представлены формы сигнала на исследуемом участке.

В отличие от Altium Designer, Hyperlynx является программным продуктом, предназначенным только для моделирования и анализа проекта печатной платы, создание нового проекта не предоставляется возможным. Анализ

целостности сигналов в HyperLynx осуществляется по такой же методике, как и в Altium Designer. Поскольку моделирование проводится на основе IBIS-моделей, в результате исследования также получается зависимость напряжения от времени. Результат моделирования представлен на рисунке 2.

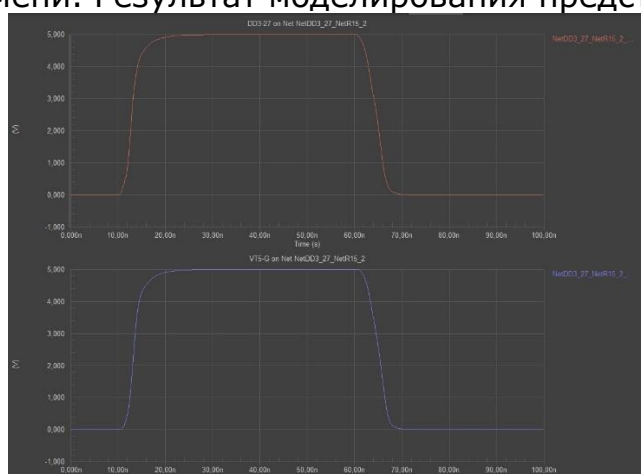


Рисунок 1 – Результат моделирования целостности сигнала в Altium Designer

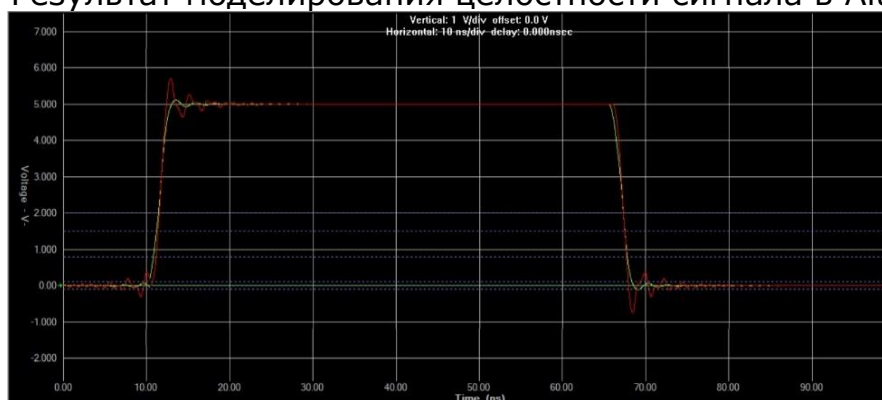


Рисунок 2 – Результат моделирования целостности сигнала в HyperLynx

В результате моделирования в HyperLynx, форма исследуемого сигнала содержит шумы и помехи. Таким образом, можно сделать вывод, что результат моделирования в HyperLynx больше приближен к реальности.

Библиографический список

1. Хуторная, Е.В. Подходы к анализу печатных плат средствами Altium Designer / Е.В. Хуторная, А.П. Горбач // Электронные системы и технологии: сборник тезисов 55 юбилейной научной конференции аспирантов, магистрантов и студентов, Минск, 22–26 апреля 2019 г., БГУИР, Минск, Беларусь: тезисы докладов. – Мн. – 2019. – С. 238.

2. Хуторная, Е.В. Анализ влияния блокировочных конденсаторов на целостность сигналов цепи питания печатной платы при помощи HyperLynx / Е.В. Хуторная, А.П. Горбач, А.А. Фещенко // Матрица научного познания. – Уфа: Омега сайнс, 2019. – №9 (1) – С.29-37.

3. Акулин, А. Целостность сигналов на печатной плате и волновое сопротивление проводников / А. Акулин // Технологии в электронной промышленности. – 2007. – №1. – С. 18–21.

4. Performing Signal Integrity Analyses [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://techdocs.altium.com/display/ASIAE1/Performing+Signal+Integrity+Analyses>.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА К ЗАДАЧЕ КОМПОНОВКИ БЛОКОВ ЭВС

И.А. Музюкин, И.Г. Осин

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к-т. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Компоновка конструктивных модулей электронно-вычислительных средств является одной из наиболее важных задач конструкторского проектирования, возникающих на каждом из основных структурных иерархических уровней [1]. Её роль, как и сложность выполнения, повышается в связи с возрастанием числа используемых элементов, минимизация их размеров, требованиями к повышению быстродействия интегральных схем.

Как правило, задача компоновки представляет собой процесс принятия решений в условиях определённости и неопределённости. В связи с этим возникает объединение конструктивных модулей низшего порядка в более крупные.

В настоящий момент большая часть промышленных САПР обходятся без компоновки конструктивных модулей совсем или накладывают на нее большое количество ограничений. Это вызвано высокой трудоемкостью и сложностью обработки необходимых входных массивов исходных данных.

Задача компоновки носит комбинаторно-логический характер и может выступать в качестве примера многокритериальной оптимизации, особенностью которых является наличие нескольких критериев оценивания и сравнения эффективности возможных альтернатив[1].

Актуальность данной работы обусловлена возможностью внедрения быстродействующих эвристических алгоритмов, например, такие как генетический, в промышленные САПР, чтобы те в свою очередь решали задачу компоновки.

Генетический алгоритм позволяет эффективно учитывать множество входных ограничений, обладая при этом малой временной сложностью[2]. Благодаря этому он является результативным средством решения задачи компоновки блоков ЭВС, содержащие большое число элементов.

Разработав данную программу, ее можно будет в будущем внедрить в программы САПР, чтобы те в свою очередь могли компоновать элементы в блоки, используя несколько критериев оптимизации.

В чистом виде разрабатываемое приложение имеет мало практической пользы. Однако оно позволяет довольно легко и удобно манипулировать исходными данными при решении задачи компоновки для оценки, как выходных данных, так и работы генетического алгоритма в целом. Ведь от настройки различных параметров генетического алгоритма, он будет по-разному эффективен.

Библиографический список

1. Сапрыкин А.Н. Использование островной модели генетического алгоритма при компоновке блоков электронно-вычислительных средств / А.Н. Сапрыкин, И.А. Музюкин // Информационные технологии: межвуз. сб. науч. тр. – Рязань: РГРТУ, 2019. – С. 163-165.

2. Гладков Л.А. Генетические алгоритмы [Текст] / Л.А. Гладков, В.В. Курейчик, В.М. Курейчик. – М.: Физматлит, 2010. – 317 с

ПРИМЕНЕНИЕ ВИРТУАЛИЗАЦИИ И ПЛАНИРОВАНИЯ ЗАДАЧ УПРАВЛЕНИЯ МАШИНАМИ В ПКС

И.А. Музюкин, И.Г. Осин

Научный руководитель – Перепелкин Д.А.

д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Компьютерные сети как основополагающая инфраструктура — очень важный фактор развития современных информационных технологий, однако сетевая архитектура, основы которой закладывались в конце 60-х, устарела и уже не всегда в состоянии эффективно реагировать на новые потребности.

Одновременно с ростом количественных показателей нагрузки на сети усложнились задачи управления сетями — увеличились их перечень, значимость и критичность, причем на фоне повышения требований к безопасности и надежности.

Ответом на кризис компьютерных сетей стало возникновение абсолютно нового подхода к их построению — программно-конфигурируемых сетей. В ПКС уровни передачи данных и уровни управления сетью разделяются за счет переноса функций контроля (коммутаторами, маршрутизаторами и т. п.) в приложения, функционирующие на отдельном сервере (контроллере).

Основные идеи ПКС:

- разделение процессов передачи и управления данными;
- единый, унифицированный, независимый от поставщика интерфейс между уровнем управления и уровнем передачи данных;
- логически централизованное управление сетью, осуществляемое с помощью контроллера с установленной сетевой операционной системой и реализованными поверх сетевыми приложениями;
- виртуализация физических ресурсов сети.

Одна из идей, активно развиваемая в рамках ПКС, — это их виртуализация. Она позволяет гораздо более эффективно использовать сетевые ресурсы. Несколько потоков данных с различными характеристиками группируются в рамках одной сети (логической).

Для эффективного распределения ресурсов и нагрузки на них необходима программная система планирования задач управления. Виртуальные машины должны быть равномерно и соизмеримо требуемой мощности распределены по узлам сети, которые, в свою очередь, имеют разную как пропускную способность, так и вычислительную мощность. Система планирования поможет увеличить производительность использования программно-конфигурируемых сетей, а также даст возможность дальнейшего развития данной технологии.

Библиографический список

1. Корячко В.П., Перепелкин Д.А. Корпоративные сети: технологии, протоколы, алгоритмы. – М.: Горячая линия-телеком, 2011. – 216 с: ил.

2. Осин И.Г. статья «Разработка программной системы планирования задач управления группами виртуальных машин в ПКС» / Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина, 2019. – 271 с.

ПЕРЕХОД ОТ КОММУТАЦИОННОЙ СХЕМЫ К МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ КОМПОНОВКИ

И.А. Музюкин, А.Н. Сапрыкин.

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Каждая принципиальная или логическая электрическая схема состоит из некоторого набора базовых элементов, которые определенным образом связанных между собой. Элементами этих схем могут быть резисторы, конденсаторы, транзисторы, логические элементы, и т. д. Связь в схеме соответствует подаче электрического сигнала (дискретного или аналогового типа) на вход определенных элементов.[1] Поэтому для представления схем удобно воспользоваться следующими тремя основными математическими моделями: *граф коммутационной схемы, гиперграф и взвешенный неориентированный граф.*

Граф коммутационной схемы – это граф с вершинами трех типов («элемент», «цепь» и «контакт») и ребрами двух типов: W – «элемент-контакт», F – «контакт-цепь»). Хранения информации о данной структуре данных, можно реализовать с помощью динамических массивов. Для описания графа коммутационной схемы используется матрицы инцидентности (A и B), определяющего множество ребер типа F («контакт-цепь») и типа W («элемент-контакт»). При решении задач компоновки элементов в блоки, а так же учитывая используемые при ее решении критерия и ограничения (число межблочных связей, общее число блоков), информация о точном расположении выводов на элементах и узлах практически несущественна.[1]

Поэтому рассмотрим следующую модель – *взвешенный неориентированный граф.* Он описывается с помощью матрицы смежности:

$$C = \|c_{ij}\|_{(n+l) \times (n+l)}, \text{ где } c_{ij} - \text{вес ребра.}$$

Часто вместо матрицы C используют C' , которая отличается тем, что каждый диагональный элемент в ней равен не нулю, а числу цепей, инцидентных соответствующему элементу. Данная модель чаще всего применяется при решении задач размещения разногабаритных модулей.

Гиперграф – это обобщение графа, при котором каждому ребру соответствует не пара вершин, как в обычном графе, а произвольное подмножество вершин. Именно данную математическую модель мы будем использовать в совокупности с матрицей комплексов при решении задачи компоновки. Это связано с тем, что при компоновке контакты всегда распределяются в блок вместе с элементами, которым они инцидентны. Поэтому граф коммутационной схемы можно упростить, исключив множество ребер W и F . В то же время каждая цепь, описываемая множеством контактов, будет описываться множеством инцидентных ей элементов.

Библиографический список

1. Селютин В.А. Машинное конструирование электронных устройств М., «Сов. радио», 1977, 384 с.

ВИЗУАЛЬНЫЙ ПОДХОД ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ПРОГРАММ

А.И. Николаев

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д-р техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический
университет**

В рамках визуального метода проектирования параллельных программ одним из основных этапов является построение визуального представления проектируемой программы или системы. Информация параллельной программе может быть в любом удобно читаемом представлении [1]. Это позволяет избегать ошибок при разработке архитектуры системы и ускорить процесс ее разработки и понимания. Кроме всей архитектуры целиком можно представлять отдельные модули или части программы, которые реализованы с использованием параллельного программирования [2].

Смотреть на визуальное представление проще, чем разбираться в коде, изучая множество классов. На визуализированном представлении должно отображаться верхнеуровневая архитектура параллельной программы без уточнения деталей. Используется абстракция, которая показывает основные потоки работы программы и прохождение данных внутри системы. Это может быть применимо как ко всей системе целиком, так и к отдельным модулям. При разработке параллельных программ достаточно тяжело контролировать множество потоков исполнения и часто возникают трудности при написании алгоритма, который должен корректно работает с использованием нескольких потоков. При использовании визуального подхода к проектированию параллельных программ можно облегчить ввод новых участников разработки. Они будут представлять работу всей системы или отдельного модуля целиком, что облегчает процесс ввода нового разработчика в процесс поддержки, и разработки уже существующих решений. Нет необходимости тратить большое количество времени на его изучение общей архитектуры системы, как если бы это происходило, когда новый разработчик знакомился бы со общей структурой системы, изучая код.

С добавлением много поточности в любую систему, так же необходимо обеспечивать взаимодействие потоков между собой [3]. Во многих языках программирования контроль взаимодействия уже есть и его необходимо верно использовать. Но при проектировании, бывают ситуации, что язык программирования еще не выбран или система может реализовываться на нескольких языках сразу. В этом случае визуальный подход может быть применим, так как не зависит от конкретного языка программирования. Он является универсальным средством представления параллельных программ.

Визуализация параллельных программ может производиться с использованием различных технологий, которые представляют отображение данных в удобочитаемом формате. Это может быть сайт в интернете и тогда любой пользователь может открыть его в браузере и перейти к разработке или изучению архитектуры системы или отдельного модуля. Так же это может быть десктоп приложение, которое не требует подключения к интернету. Так

же может быть реализовано мобильное приложение или мобильная версия сайта, в этом случае будет удобно показывать и обсуждать архитектуру существующей параллельной программы в любой момент. Так же такой формат является более предпочтительным для аналитиков и владельцев продукта, которые не всегда являются программистами. В рамках обучения такой формат может использоваться преподавателем для сокращения времени на проверку практических заданий. Конечный формат визуального представления не имеет жестких требований, но к нему должен быть написан преобразователь в промежуточный язык, чтобы данное визуальное представление можно было использовать для генерации текста программ на множествах языках.

Визуальный подход к проектированию параллельных программ может быть использован как в процессе обучения студентов параллельному программированию на соответствующих дисциплинах, так и в процессе разработки реальных систем модулей программ, разрабатываемых с использованием параллельного программирования. Данный подход рассматривается как продолжение исследований развивающихся методов программирования [4-5].

Библиографический список

1. McConnell S. C. Code complete, 2nd Edition. – Redmond, Washington: Microsoft Press, 2004 – 914 p.
2. Николаев А.И. Разработка визуального метода проектирования параллельных программ // Новые информационные технологии в научных исследованиях – НИТ-2018: материалы XXII Всероссийск. научн.-техн. конф. студентов, молодых ученых и специалистов./Рязан.гос.радиотехн.ун-т. – Рязань, 2018. – С. 182-183.
3. Николаев А.И. Визуализация параллельного программирования // современные технологии в науке и образовании-2019: материалы II международного научнотехнического форума том 4./ Рязан.гос.радиотехн.ун-т. – Рязань, 2019. – с. 180-183.
4. 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. 92-96.
5. Пруцков А.В., Цыбулько Д.М. Проблемно-ориентированный подход к пользовательскому программированию // Cloud of Science. – 2016. – Т. 3. – № 1. – С. 105-114.

СЕГМЕНТАЦИЯ СТЕЙКХОЛДЕРОВ

М.А. Жиленко

Научный руководитель – Кираковский В.В.

канд. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В процессе выявления группы стейкхолдеров(заинтересованных сторон) сталкиваемся с проблемой сегментации групп заинтересованных сторон, соответственно, перед нами стоит выбор конкретного подхода к кластеризации.

Заинтересованные стороны могут принадлежать более чем к одной группе, и соответствующее количество кластеров для представления группы заинтересованных сторон на предприятии заранее неизвестны[1,2].

Подходы к кластеризации, которые требуют конкретных экземпляров, принадлежащие исключительно к одному кластеру, такие как алгоритм k-means, меньше подходит к характеру членства в группе заинтересованных сторон. Однако, вероятностный подход к кластеризации экземпляров модели, как имеющих определенную вероятность принадлежности к каждому кластеру, и не делают исключительные подразделения. Таким образом, принят подход вероятностной кластеризации для задачи сегментации групп заинтересованных сторон, которая использует Гауссовскую смешанную модель и алгоритм максимизации математического ожидания для оценки соответствующих значений распределения и параметров[3].

Используя гауссовскую смешанную модель, можно определить почти оптимальное число кластеров без предварительной спецификации с использованием оценки максимального правдоподобия.

Вероятностные модели гауссовой смеси, как и другие подходы к кластеризации, предполагают независимость атрибутов во входном представлении. Однако некоторые атрибуты в различных представлениях объектов, использующиеся для характеристики заинтересованных сторон могут быть избыточными, сильно коррелированными и взаимозависимыми. Следовательно, основные компоненты извлекаются из представлений объектов заинтересованных сторон до применения алгоритма кластеризации.

Анализ главных компонент преобразует пространство объектов в соответствии с дисперсией, наблюдаемой в атрибутах между экземплярами, увеличивая независимость атрибута, и также обеспечивает механизм для уменьшения размерность исходного пространства объектов. Подходы к кластеризации текста обычно включают метод уменьшения характеристики для того чтобы справиться с высокой размерностью текстового представления объектов.

Библиографический список

1. Фримен Э. «Стратегический менеджмент: стейкхолдерский подход» — Бостон: 1984. – 416 с.
2. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Стейкхолдер> – Дата просмотра: 05.10.2019.
3. https://ru.wikipedia.org/wiki/Машинное_обучение – Дата просмотра: 10.10.2019.

СОЗДАНИЕ ВЕБ-САЙТА С ПОМОЩЬЮ WORDPRESS

Л.А. Горохова

Научный руководитель – Пруцков А.В.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Процесс создания сайта очень кропотливый и трудоемкий, так как он занимает достаточно много времени и ресурсов. Существуют различные способы возможного создания веб-сайтов. Например, по всему рынку есть сотни различных строительных платформ: Drupal, Joomla, WordPress, Wix и др.

Второй возможный вариант – это самостоятельное кодирование сайта с нуля, но в настоящее время этот способ менее популярен, так как это действительно очень длительный процесс, и возможный конечный результат данного процесса может быть достаточно посредственным.

Разберемся, какой способ все-таки более выгоден. Ниже представлена диаграмма, сделанная BuiltWith в 2019 году (рис. 1).

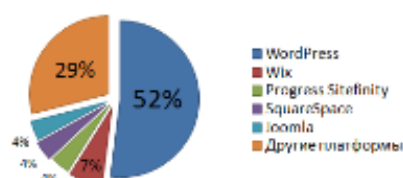


Рисунок 1 – Диаграмма популярности конструкторов сайтов

Рисунок 1 показывает, что самыми популярными системами управления контентом или конструкторами веб-сайтов в 2019 году являются:

1. WordPress (бесплатный конструктор) - 52%;
2. Weebly (платный конструктор) - 29%.
3. Wix (платный конструктор) - 7%;
4. Joomla (бесплатный конструктор) - 4%;
5. Progress Sitemfinity (бесплатный конструктор) - 4%;
6. SquareSpace (платный конструктор) - 4%.

WordPress - это самый простой конструктор создания веб-сайтов. Он настолько гибкий, что способен удовлетворить всех, начиная от сайтов малого бизнеса и интернет-магазинов, заканчивая крупными организациями. [1]

Рассмотрим 5 основных преимуществ WordPress:

1) WordPress полностью бесплатен, что является огромным преимуществом перед остальными конструкторами для новичков.

2) Процесс установки и использования довольно прост. Пользователю не нужно быть программистом, чтобы разбираться в коде при создании своего проекта.

3) Установка и использование WordPress происходит непосредственно на вашем сайте (сервере), что не требует никаких дополнительных установок. Единственным условием работы является доступ к Интернету.

4) WordPress имеет свой встроенный редактор, благодаря которому интуитивно понятно, как форматировать текст, ссылки, вставлять картинки и видео.

5) WordPress – это самый популярный в мире конструктор веб-сайтов (более 58 миллионов сайтов работают на WordPress). [3]

Что касается крупных брендов, активно использующих WordPress, то можно привести следующие примеры:

1) американский канал AMC (самый большой телесериал за все время «Во все тяжкие»);

2) сайт Whitehouse.gov администрации президента США Дональда Трампа;

3) сайт BBC America;

4) для управления официальным блогом Mozilla;

5) сайт группы The Rolling Stones;

6) основной сайт NGINX;

7) Microsoft (официальный блог Microsoft Blog и блог Skype).

Исходя из того, что WordPress обслуживает более чем 30% проектов Интернета, а также более 20% из 10 000 самых популярных веб-сайтов в Интернете, то это далеко не полный список крупных брендов, которые используют WordPress. [2]

Таким образом, видно, что современное программирование вышло на новый более комфортный уровень с целью максимально упростить эту деятельность и сделать доступной для любого уровня разработчиков, в чем хорошо помогает такая платформа как WordPress.

Библиографический список

1. How to Create a WebSite [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.wix.com/how-to/make-a-website>

2. 20+ крупных брендов, использующих WordPress в 2018 году [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://hostenko.com/wpcafe/tutorials/20-krupnyh-brendov-ispolzujushhih-wordpress-v-2018-godu/>

3. Что такое WordPress (ВордПресс) [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://hostenko.com/wpcafe/tutorials/chto-takoe-wordpress/>

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РАБОТЫ С ЦЕПЯМИ МАРКОВА С ДИСКРЕТНЫМ ВРЕМЕНЕМ

В.А. Будусов, Д.С. Киселев

Научный руководитель – Митрошин А.А.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Марковские процессы находят широкое применение в различных областях. В большинстве случаев производить необходимые расчеты приходится вручную, что является трудоемкой задачей. Поэтому эти процессы нуждаются в автоматизации. Разработка программных средств облегчит эту задачу и позволит производить расчеты на моделях больших масштабов.

Найти программное обеспечение для получения необходимых расчетов Марковских процессов достаточно проблематично. В открытом доступе практически нет программных средств, которые бы обеспечивали решение задач, возникающих при работе с Марковскими процессами. Функциональных возможностей существующих средств зачастую не достаточно для

проведения необходимых расчетов и удобного визуального представления цепи Маркова. Встречается и программное обеспечение, сочетающее в себе и мощный вычислительный инструмент, и визуальное представление модели, но стоимость таких продуктов достаточно высока.

Особую роль для анализа цепей Маркова играет фундаментальная матрица. Для ее расчета необходима единичная матрица, а также матрица финальных вероятностей. Для эргодических цепей Маркова важнейшими характеристиками являются среднее время первого достижения состояния и дисперсия времени первого достижения состояния. Отличием поглощающих цепей Маркова от эргодических является наличие поглощающих состояний, попадая в который процесс остается в нем. Определив фундаментальную матрицу, можно определить среднее число шагов до достижения поглощающего состояния, что является важной характеристикой для анализа рассматриваемой системы.

Для решения задачи расчета важнейших характеристик цепей Маркова с дискретным временем необходима разработка программных средств, вычисляющих миноры, детерминанты, алгебраические дополнения матриц и обеспечивающих решение систем линейных уравнений.

Библиографический список

1. Кемени Дж., Снелл Дж. Конечные цепи Маркова – Главная редакция физико-математической литературы «Наука», 1970.
2. Казаков В.А. Введение в теорию Марковских процессов и некоторые радиотехнические задачи. – М., «Сов. радио», 1973.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ИМИТАЦИИ ДЕЙСТВИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ ГРАФИЧЕСКОГО ИНТЕРФЕЙСА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ

Д.С. Киселев, В.А. Будусов
 Научный руководитель – Орехов В.В.
 д.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
 имени В.Ф. Уткина**

На сегодняшний день интернет является наиболее быстро развивающейся средой обмена информацией в истории человечества. Трудно назвать какую-либо область деятельности, которая не имела бы своего полного и всестороннего отражения в интернете.

Из-за большой конкуренции в сфере интернет-сервисов, малейшие ошибки, допущенные при разработке, могут оказать негативное влияние на выбор предпочтительного сервиса. Вследствие чего, предварительное тестирование играет важную роль при разработке любого продукта.

Тестирование - это процесс планирования, подготовки и измерения, направленный на установление характеристик информационной системы и демонстрацию разницы между фактическим и требуемым статусом [1].

Можно выделить два основных вида тестирования: ручное и автоматизированное. Ручное тестирование проводится тестировщиками или обычными пользователями путем моделирования возможных сценариев действия пользователя. Они следя за корректностью работы функционала сайта, выполняя действия прописанные в сценарии тестирования и тест-

кейсе.

Автоматизированное тестирование же состоит в написании автотестов – программ, заточенных на выполнение заложенных в них изначально тест-кейсов и только их. Автоматическое тестирование может увеличить время тестирования, которое может быть выполнено в кратчайшие сроки, но в тоже время, тесты, которые заняли бы несколько часов при ручном подходе, могут быть выполнены после автоматизации за считанные минуты [2]. Кроме того, большое преимущество автоматизированного тестирования заключается в том, что одни и те же моменты всегда тестируются одинаково. Тестирование в одной и той же среде и в одном и том же состоянии важно для обеспечения точности и сопоставимости результатов испытаний. По окончании тестирования, программа формирует отчет о выявленных дефектах, на основании которого вносятся изменения в проект и тестовую программу. На разработку каждого автотеста требуется куда больше времени, чем выполнение подобного теста вручную. Выгода от автоматизации проявляется при многократном выполнении теста, позволяя экономить время на выполнение и анализ собранных данных.

Одна из идей, активно развиваемая в рамках автоматизированного тестирования, — это создание информационной системы способной автоматически генерировать код программы тестирования, на основании тест-кейсов или сценариев тестирования. Это позволит значительно уменьшить финансовые затраты на разработку программ тестирования, а так же уменьшит общее время на тестирование веб-ресурсов.

Библиографический список

3. Test Case [Электронный ресурс] // Сайт [SoftwareTestingFundamentals](http://softwaretestingfundamentals.com/test-case/) – 2019 – Режим доступа: URL: <http://softwaretestingfundamentals.com/test-case/> (10.09.2019)

4. Fewster M., Graham D. Software Test Automation: effective use of test execution tools – London: Addison-Wesley, 1999 – 600 p.

СОВРЕМЕННАЯ ВЕБ-РАЗРАБОТКА С ASP .NET CORE

А.А. Семушкин

Научный руководитель – Телков И.А.

к.т.н., доцент

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

В докладе рассмотрен фреймворк ASP .NET Core, его преимущества по отношению к существующим, новшества, проблемы, которые решаются с помощью данного фреймворка и перспективы его развития.

За последние десять лет движение Open Source (OS) стало одним из ключевых факторов развития IT-индустрии. Роль и место OS усиливается как за счет роста количественных показателей, так и за счет изменения его качественного положения на рынке IT в целом.

ASP .NET Core - это популярный кроссплатформенный OS фреймворк как для веб-разработки, так и для создания веб-приложений на платформе .NET Core. ASP .NET Core был впервые выпущен в 2016 году и представляет собой редизайн более ранних версий ASP.NET, ранее доступных только для платформы Windows.

Еще в 1996 году Microsoft предложила технологию Active Server Pages (ASP) для создания веб-приложений. Основная идея приложения ASP заключалась в следующем: веб-страница на сервере содержала некоторые серверные сценарии VBScript или JScript. Когда запрашивалась страница, сценарии запускались и выполнялись, после чего следовала генерация HTML разметки. Это был большой шаг вперед по сравнению с распространенным тогда CGI.

В начале 2000-х ASP существенно эволюционировал, стал входить в состав .NET Framework, изменив название на ASP .NET. За годы своего развития ASP .NET приобрел возможности работы с различными программными моделями (напр. MVC, Web API и др.). Однако .NET Framework до сих пор ограничивал его применение на других операционных системах.

Современный ASP .NET Core представляет собой полное переосмысление и создание фактически нового продукта без потери возможностей своего предшественника. ASP .NET Core объединяет ранее отдельные ASP.NET MVC и ASP.NET Web API в единую модель программирования, что повышает удобство использования и гибкость его применения. Кроссплатформенность и открытый исходный код, поддерживаемый сообществом, являются неоспоримыми преимуществами нового фреймворка. Кроме того, еще одним существенным преимуществом ASP.NET Core над его предшественником является его приспособленность к контейнеризации. Все эти особенности во многом упрощают развёртывание приложений на этом фреймворке.

Современная модульная структура ASP .NET Core позволяет сводить к минимуму накладные расходы, поскольку теперь разработчик может использовать только те компоненты, которые ему действительно нужны. Как следствие, существенно возросли производительность и удобство поддержки кодовой базы.

Несмотря на то, что это новый фреймворк, построенный на новом веб-стеке, он обладает высокой степенью совместимости концепций с ASP.NET. Приложения ASP.NET Core поддерживают параллельное управление версиями, при котором разные приложения, работающие на одном компьютере, могут ориентироваться на разные версии ASP.NET Core.

ASP.NET Core - гибкая платформа, которая «из коробки» поддерживает многие современные паттерны разработки, например, инверсию управления и внедрение зависимостей. Таким образом, он может быть легко приспособлен к различным сценариям использования.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ПРОВЕРКИ ЗНАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЕТЕНТНОСТНОГО ПОДХОДА

Н.Н. Степанов

Научный руководитель - Пруцков А.В.

д-р техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

В наше время новые технологии проникают во все сферы деятельности. В сфере информационных технологий, чтобы оставаться востребованным специалистом на рынке, необходимо постоянно изучать что-то новое и совершенствовать свои навыки, так как тенденции меняются каждые полгода. Для языков программирования стало уже нормой выпускать новые

релизы каждые 3-6 месяцев. Каждое обновление может кардинально изменить подход к разработке. Поэтому процесс обучения новых специалистов уже должен учитывать современные требования к знаниям. Для этого в вузах используют компетенции, которые помогают понять к чему именно готовят студентов, какой спектр задач они могут решать, с какими трудностями они могут столкнуться.

Проблема возникает в том, что в данный момент очень сложно оценить каждого студента – к нему нужен индивидуальный подход преподавателя: необходимо проверить ответы; присвоить заданиям компетенции; выставить баллы за задание; вычислить полученную оценку в баллах. Это занимает очень много времени, ведь это рутинная работа. Также необходимо понимать, что только тестирование разработчиков программного обеспечения – не лучший способ узнать его возможности. Для этого лучше всего также давать тестовое задание и смотреть как он может справляться с возникшими трудностями и поставленными задачами: знает ли он где можно самостоятельно найти ответ на вопрос и решить задачу, умеет ли пользоваться документацией по языкам программирования, насколько хорошо ему известна платформа, под которую он разрабатывает приложения. Все это накладывает ограничения на преподавателя и его рабочее время. Разрабатываемое веб-приложение снизит нагрузку преподавателя на тех задачах, которые можно автоматизировать. Тогда преподаватель будет заниматься работой в качестве эксперта – необходимо проставить компетенции по каждому курсам или тестам, а приложение в автоматическом режиме оценит их.

Целью данной работы является разработка веб-приложения проверки знаний с использованием и оценивания его компетенции:

- использовать набор курсов в качестве исходных данных;
- преподаватель выставляет компетенции заданиям;
- работодатель может просмотреть компетенции каждого студента;
- хранить историю решения задач, в том числе и неудачные попытки;
- провести тестирование студента в соответствии с курсом и заданиями;
- уведомлять преподавателя о статусе прохождения курса студентом;
- выдать результат тестирования;
- иметь графический интерфейс;
- иметь возможность загрузки оценок из внешних систем;
- иметь возможность загрузки курсов, заданий, примеров, теории из внешних систем.

Веб-приложение должно иметь следующую ролевую модель:

- студент – решает задания, проходит определенные курсы;
- преподаватель – составляет индивидуальный план обучения, присваивает заданиям компетенции, выгружает курсы из внешних систем, загружает оценки из других систем оценки компетенций;
- работодатель – просматривает компетенции студента.

Главной сущностью является курс. Курс состоит из нескольких заданий. Каждое задание может быть с выбором ответа. Задание включает в себя следующие составляющие:

- формулировка;
- теоретический материал;

- пример выполнения задания.

Веб-приложение будет разработана на языке Java и JavaScript рамках выпускной квалификационной работы магистранта. Планируется внедрение веб-приложения в учебный процесс [1].

Библиографический список

1. Пруцков А.В. Особенности преподавания промышленной разработки программных продуктов в технических вузах // В сборнике: Современные технологии в науке и образовании - СТНО-2017 сборник трудов II Междунар. науч.-техн. и науч.-метод. конференции: в 8 т. Ряз. гос. радиотехн. ун-т. 2017. С. 35-36.

ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ГЕОДИНАМИЧЕСКОГО РИСКА В ЛИТОСФЕРЕ ЗЕМЛИ

В.А. Минаев, А.О. Фаддеев, Т.М. Невдах

Научный руководитель – Минаев В.А.

д.т.н., профессор

**Московский государственный технический университет
им. Н.Э. Баумана
Академия ФСИН России**

Для работы с базой данных о характеристиках литосферных геодинамических процессов (имеющей объём 1,67 Гб) разработана на языке программирования Borland Delphi 7.0 программа DMGRLE (Digital Model Geodynamic Risk Litosphere of Earth – Цифровая модель оценки геодинамического риска в литосфере Земли), представляющая собой систему выборки и обработки информации из БД характеристик литосферных геодинамических процессов (рисунок 1).

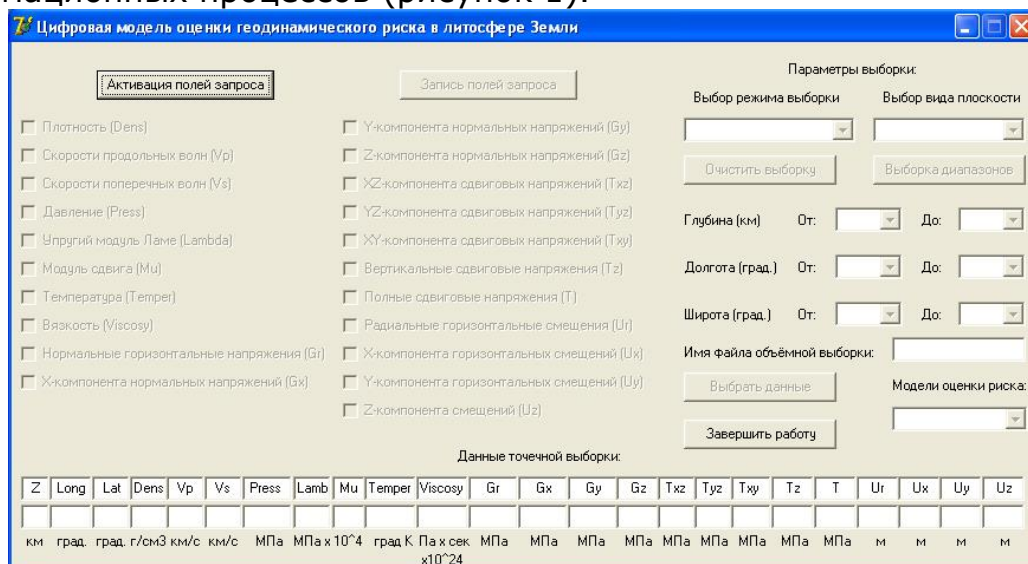


Рисунок 1 - Рабочее окно программы DMGRLE

Нажатие кнопки <Активация полей запроса> открывает доступ к 21 полю, каждое из которых позволяет формировать запрос к БД. Поле <Выбор режима выборки>. Данное поле предлагает один из трёх режимов выборки: точечную выборку, плоскостную выборку, объёмную выборку.

Режим плоскостной выборки активирует поле со списком <Выбор вида плоскости>: срез по XZ-плоскости, срез по YZ-плоскости, срез по XY-

плоскости. Затем выбираются глубины, долготы и широты, в зависимости от того, какой вид плоскости был задан.

В случае выбора точечного режима требуется выбрать глубину, долготу и широту.

Объёмная выборка активирует кнопку <Выборка диапазонов> с указанием пользователем диапазоны глубин, долгот и широт. При выборе диапазонов предусмотрен вывод сообщения об ошибке, если интервалы диапазонов определены неверно. Также при объёмной выборке необходимо ввести имя файла, в который будут выведены результаты запроса.

В случае плоскостной выборки имя выходного файла генерируется автоматически с фиксацией вида плоскости и глубины. Точечная выборка помещает выходную информацию в поля блока <Данные точечной выборки>.

Кнопка <Модели оценки риска> позволяет выбрать один из трёх видов оценки геодинамического риска: вероятностная оценка риска, энергетическая оценка риска, нечёткая оценка риска.

Программа предусматривает такие виды манипулирования данными, как «Срез» (Slice), «Отображение страницы» (PageDisplay), «Нарезка на кубики и ломтики» (SliceandDice), «Вращение (пивотинг)» (Rotate, Pivot).

«Срез» (Slice) – это созданное пользователем подмножество гиперкуба, получившееся в результате фиксации значения одного или более измерений, не входящих в это подмножество. Этот вид манипулирования данными реализуется в режиме плоскостной выборки.

Текущее представление среза многомерной информации называется «Отображением страницы»(Page Display). Измерения, расположенные по горизонтали (поперек дисплея), определяют измерения в столбцах таблицы. Строки таблиц измерений определяются измерениями, расположенными по вертикали (вдоль дисплея). Выбор элемента измерения страницы позволяет определить, какая именно страница отображается в данный момент.

«Нарезка на кубики и ломтики» (Slice and Dice) – термин, использующийся для описания функции сложного анализа данных, обеспечиваемой средствами OLAP выборки данных (продольные и поперечные, плоскостные и объёмные срезы) из многомерного куба с заданными значениями и заданным взаимным расположением измерений, при котором пользователь обычно использует операции вращения куба данных и детализации (либо агрегирования) данных. Такая возможность предоставляется пользователю как при реализации точечной, так и объёмной выборки из массива данных БД характеристик литосферных геодеформационных процессов.

Изменение порядка представления измерений, применяемое при двухмерном представлении данных, называется «Вращением (пивотингом)» (Rotate, Pivot). Эта операция обеспечивает возможность визуализации данных в форме, наиболее комфортной для их восприятия. Операция вращения может заключаться в перестановке местами строк и столбцов таблицы или перемещении интересующих измерений в столбцы или строки создаваемого отчета, что позволяет придавать ему желаемый вид. Кроме того, вращением куба данных является перемещение вне табличных измерений на место измерений, представленных на отображаемой странице и, наоборот (при этом внетабличное измерение становится новым измерением строки или измерением столбца). Всё это реализовано при записи отобранной информации в выходной файл на жёстком диске.

МЕТОДЫ ДОСТИЖЕНИЯ ВЫСОКОЙ ОТКАЗОУСТОЙЧИВОСТИ ПРОГРАММНЫХ ПРОДУКТОВ ПРОМЕЖУТОЧНОГО УРОВНЯ

Е.С. Омелюсик, Д.А. Хлебест,
Научный руководитель – Ролич О.Ч.
канд.техн.наук, доцент

**Белорусский государственный университет
информатики и радиоэлектроники**

Широкое распространение получило мнение, что для достижения высокой отказоустойчивости существует уже готовое технологическое решение, единожды применив которое, можно достичь желаемого результата. Однако подобная технология – это достаточно небольшая часть мер обеспечения высокой отказоустойчивости.

В действительности высокая отказоустойчивость достигается комплексным воздействием специалистов, подходов и технологий. Большинство специалистов определяют отказоустойчивость как:

$$A = \frac{F-(D+R)}{F},$$

где A – отказоустойчивость,

F – время между сбоями,

D – время, необходимое для выявления сбоя и выбора контрмер,

R – время восстановления после сбоя.

Единственный фактор, не поддающийся контролю, - это промежуток времени между сбоями, так как невозможно предсказать время сбоя системы.

Основной упор в достижении высокой отказоустойчивости делается на инвестирование ресурсов в персонал и методы, сокращающие время выявления и принятия решения, и инвестирование в технологии, сокращающие время выявления и восстановления.

Наивысший процент отказоустойчивости можно достичь с помощью трех методов: кластеризации, перемещения журналов и репликации. Хотя строить решения высокой отказоустойчивости можно и без одного из этих компонентов, внимание ко всем трем позволяет обеспечить полномасштабной отказоустойчивостью всю информационную систему предприятия целиком. Также к аспектам отказоустойчивости относят и быстроту восстановления после сбоя.

Повышенная готовность является стратегией управления системой, при которой осуществляется быстрое восстановление основных служб в случае аварий системы, компонента или приложения. Целью является минимальное время прерывания службы, то есть сохранение работоспособности при отказе [1].

Кластер – слабо связанная совокупность нескольких вычислительных систем, работающих совместно для выполнения общих приложений, и представляющихся пользователю единой системой. Кластер - это защитный механизм только на уровне аппаратного обеспечения. Кластеризация не защищает от сбоев на уровне данных, сбоев приложений логического характера и ошибок пользователей. При таком подходе запросы распределяются по всему кластеру [2].

Перемещение журналов предоставляет дополнительную гибкую возможность для защиты против аппаратных сбоев. При перемещении журналов файлы первичного сервера копируются на вторичный, затем файлы восстанавливаются на вторичном сервере. Перемещение журналов как технология спроектировано таким образом, что дает первичному и вторичному серверам независимость от компонентов аппаратного обеспечения.

Репликация обеспечивает отказоустойчивость по транзакциям. В отличие от перемещения журналов, восстанавливающего резервные копии журналов транзакций с первичного сервера на вторичном сервере, репликация работает с журналом транзакций и посылает индивидуальные транзакции на вторичный сервер по мере их поступления. Благодаря этой детализирующей функции репликация в состоянии обеспечить максимально быстрое переключение с первичного сервера на вторичный.

На основании всего вышесказанного, можно сделать вывод, что для достижения высокой отказоустойчивости не существует идеального решения. Каждый вариант повышения отказоустойчивости способен обеспечить дополнительную защиту данных, а использование комплексного подхода способно обеспечить бесперебойную работу. Основной задачей специалиста, желающего повысить отказоустойчивость программного продукта промежуточного уровня является понимание того, как, комбинируя различные технологии, преодолеть недостатки каждой из них.

Библиографический список

1. Программное обеспечение повышенной готовности промежуточного уровня в Linux [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.interface.ru/home.asp?artId=2620> – Дата доступа: 06.10.2019
2. Бернс, Б. Распределенные системы. Паттерны проектирования/ Б. Бернс. – СПб. : Питер, 2019. – 224 с.

МЕТОДЫ СЖАТИЯ АУДИОДАНЫХ С ПОТЕРЯМИ

А.В. Соловьёва, Ю. А. Шейко

Научный руководитель – Ролич О.Ч.

к-т техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Сжатие аудиоданных с потерями - это метод сжатия данных, при котором размер файла уменьшается за счет исключения данных в файле. При этом качество аудиозаписи ухудшается ради уменьшения размера файла. Любые данные, которые алгоритм сжатия считает расходуемыми, удаляются с аудиозаписи, тем самым уменьшая его размер. Хотя файл не содержит тех же данных, что и до использования сжатия, часто это не заметно, даже если разрешение аудиозаписи ухудшилось.

Основанная идея, на которой основаны все методики сжатия аудио сигнала с потерями – пренебрежение тонкими деталями звучания оригинала, лежащие вне пределов, которые воспринимает человеческое ухо.

Сжатие с потерями становится заметным, когда файл изменяется и перезаписывается несколько раз. Каждый раз при сохранении используется сжатие с потерями и детали аудиозаписи обрезаются. Хотя первый раз, когда

аудиозапись сохраняется, не приводит к заметным различиям, однако, многократное сохранение аудиозаписи с использованием сжатия с потерями в конечном итоге приведет к ухудшению качества записи, так что потери в качестве станут заметными.

Говоря, что сжатие с потерями обрезают данные, не означает, что они удаляют данные произвольно. Сжатие с потерями удаляет данные со звуковой дорожки, используя один или несколько методов [1]:

1. Изменение уровня шума. Звуковое сжатие базируется на простом факте – если человек находится рядом с громко воющей сиреной, то он не услышит разговор стоящих неподалеку людей. Это происходит из-за того, что ухо фактически теряет звуки, лежащие в том же диапазоне частот, что и более громкий звук. Этот эффект носит название маскирующего, он изменяется с различием в громкости и частоте звука.

2. Деление полосы звуковых частот на подполосы. Программа кодирования выделяет самые громкие звуки в каждой полосе и использует эту информацию для определения приемлемого уровня шума для этой полосы. Лучшие программы кодирования учитывают также влияние соседних полос. Очень громкий звук в одной полосе может повлиять на маскирующий эффект и на близлежащие полосы.

3. Психоакустическая модель. Сжатие с использованием этой модели основано на удалении заведомо неслышимых частот с более тщательным сохранением звуков, хорошо различаемых человеческим ухом. К сожалению, здесь не может быть точных математических формул. Восприятие звука человеком – сложный, до конца не изученный процесс, поэтому выбор методов сжатия выполняется на основе анализирующего прослушивания и сравнения по-разному сжатых звуков группами экспертов. Однако, здесь имеются практически неограниченные возможности в сфере улучшения психоакустических моделей.

4. Совмещённое стерео. Известно, что слуховой аппарат человека может определить направление лишь средних частот – высокие и низкие звучат как бы отдельно от источника. Значит, эти фоновые частоты можно кодировать в моно сигнал. Кроме всего этого для сжатия используется различие в сложности потоков в каналах. Например, если в правом канале какое-то время полная тишина, это "зарезервированное" место используется для повышения качества левого канала или туда добавляются необходимые биты, не вошедшие в поток чуть раньше.

На последней стадии сжатия используется алгоритм сжатия Хаффмана. Этот процесс позволяет улучшить степень сжатия для относительно однородных сигналов, которые плохо сжимаются с помощью описанных выше методов.

Библиографический список

1. Sullivan G. J. Video compression — from concepts to the H.264/ G. J. Sullivan, T. Wiegand // AVC standard, Proc. Of the IEEE, 2004. — Vol.93.

КОМПРЕССИЯ АУДИОДАНЫХ С ПОМОЩЬЮ ГРАФИЧЕСКОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

А.В. Соловьёва, Ю. А. Шейко
Научный руководитель – Ролич О.Ч.
к-т техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Графическое преобразование. Получив блок аудиосигнала с размером кадра N , мы можем создать график $G=\{V,E,s\}$, где V и E - это вершины и края графика, и $s \in R^{N \times 1}$ это аудиосигнал, для которого матрица графика определяется как $K \in R^{N \times N}$. Для данного графика элементы матрицы примыкания W получены следующим образом [1],

$$W_{ij} = \begin{cases} w_{ij} & \text{if } (i,j) \in E \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

где w_{ij} - вес ребра между i и j на графике. Матрица степеней $D \in R^{N \times N}$ - диагональная матрица, для которой элементы определены следующим образом,

$$D_{ij} = \begin{cases} \sum w_{ij} & \text{if } i = j \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases} \quad (2)$$

Тогда матрица Кирхгофа K будет определена следующим образом,

$$K = D - W \quad (3)$$

где оператор K также известен как оператор Кирхгофа, как дань уважения Густаву Кирхгофа за эти исследования и достижения в электрических сетях. Кирхгофа назвал матрицу примыкания W матрицей проводимости. Матрица K была бы настоящей симметричной, и, основываясь на спектральной теории, собственное значение разложения (EVD) этой матрицы приводило бы к набору реальных неотрицательных собственных значений, обозначаемых $\Lambda = \{\lambda_1 \dots \lambda_2\}$, и набор соответствующих независимых (далее - ортогональных) собственных векторов $V = \{v_1 \dots v_2\}$, полученных как

$$K = V \Lambda V^T \quad (4)$$

Затем мы можем использовать эти ортогональные собственные векторы для декорреляции сигнала, заданного на графике, т.е.

$$c = V^T s \quad (5)$$

где $c \in R^{N \times 1}$ - приближительная матрица коэффициентов разреженного преобразования.

Аудио компрессия с помощью графического преобразования (ГТ). Чтобы применить ГТ к входному аудиосигналу, мы ввели две графические структуры, как показано на рисунках 1 и 2. Учитывая тот факт, что близлежащие образцы аудиосигналов будут сильно коррелировать, мы предполагаем, что любой образец в кадре будет одним узлом на графике, который соединяется с соседними образцами через края. Для простоты объяснения объясняемая структура показана на рисунке 1, например, фрейм с 8 образцами длины.

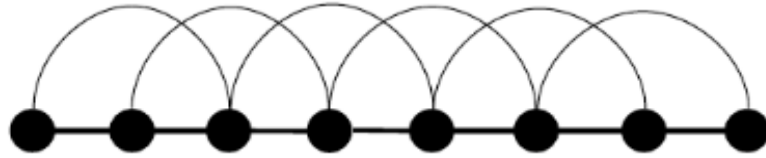


Рисунок 1 - Графическая структура 1

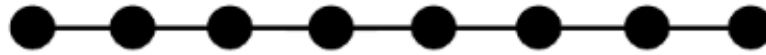


Рисунок 2 - Графическая структура 2

Матрицы сопряженности могут быть определены следующим образом:

$$W_1 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0.1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0.1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.1 & 1 & 0 & 1 & 0.1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.1 & 1 & 0 & 1 & 0.1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.1 & 1 & 0 & 1 & 0.1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.1 & 1 & 0 & 1 & 0.1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.1 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

$$W_2 = \begin{bmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix}$$

Рисунок 3 - Матрицы сопряженности

Мы использовали первую структуру для ГТ-1 и вторую для ГТ-2 метода. Как показано на рисунке 1, вес ребер между образцом и его первым соседом больше, чем вес второго соседа.

Для получения базисной матрицы преобразования на основе графов мы предложили две графические структуры для аудиосигналов. Затем мы использовали базовую матрицу ГТ для декорреляции данных и сжатия звука. Наш метод имеет лучшую производительность, чем другие методы, основанные на трансформации, такие как DCT и FWHT.

Библиографический список

1. Rao K. R. The transform and data compression handbook / K. R. Rao, P. C. Yip // CRC press, 2000. — Vol.35-59.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕРВИС-ОРИЕНТИРОВАННЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Проходский Д.В., Гриб А.С.

Научный руководитель – Полозков Ю.В.

канд. техн. наук, доцент

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Аннотация

В современном мире актуальным является приоритет ведения здорового образа жизни. Акцент на здоровье является важным и значимым для современного общества.

Целью исследования является создание сервис-ориентированного приложения мониторинга учета и анализа данных о выполненных велопоездах.

Для создания сервис-ориентированных приложений, в частности, перспективно использование технологии веб-сервисов. Технология веб-сервисов позволяет приложениям взаимодействовать друг с другом независимо от платформы, на которой они развернуты, а также от языка программирования, на котором они написаны. У веб-сервиса существует программный интерфейс, который описывает набор операций (веб-методов), удаленно вызываемых посредством стандартизованных XML сообщений. В отличие от традиционного веб-приложения, веб-сервис не обслуживает конечных пользователей, так как у него нет пользовательского интерфейса. Его главной задачей является предоставление услуг другим приложениям, таким как веб-приложения, мобильные или консольные приложения.

Ориентация на закрытые стандарты и форматы при разработке информационных систем создает проблемы при интеграции приложений. Веб-сервисы получили широкое распространение, так как они основаны на открытых протоколах обмена и передачи данных и стандартах, поддерживаемых на различных программных платформах. Это создает основу как для использования разработанных сервисов в рамках IT-инфраструктуры предприятия, так и для автоматизации бизнес процессов, в реализации которых участвуют несколько предприятий.

Существуют два вида архитектуры – базовая и расширенная они отличаются набором операций.

Базовая архитектура веб-сервисов предполагает наличие, по крайней мере, трех организаций: провайдера сервиса, регистра сервисов, обеспечивающего регистрацию и средства поиска сервисов, и клиента, запрашивающего сервис. Базовая архитектура (*Basic Architecture*) включает следующие технологические операции:

- обмен сообщениями;
- описание веб-сервисов;
- публикация и поиск описание веб-сервисов.

Расширенная архитектура веб-сервисов использует технологии и компоненты, определенные в базовой архитектуре и включает в себя дополнительные функции и возможности. Веб-сервисы базируются на следующих основных веб-стандартах:

- *XML* (расширяемый язык разметки, предназначенный для хранения и передачи структурированных данных);

- SOAP (протокол обмена сообщениями на базе XML);
- WSDL (язык описания веб-сервисов);
- UDDI (универсальный интерфейс распознавания, описания и интеграции).

Язык XML играет важную роль в веб-сервисах. Он является основной для таких технологий,

Как SOAP и WSDL, а также определяется формат данных, используемый для обмена информацией между потребителем сервиса и самим сервисом.

Базовым протоколом, обеспечивающим взаимодействие в среде веб-сервисов, является протокол SOAP (Simple Object Access Protocol). Протокол SOAP – это основанный на языке XML стандарт для обмена сообщениями в распределенных средах. Он предназначен для удаленного вызова методов. SOAP можно использовать с разными транспортными протоколами, включая HTTP, SMTP.

Интерфейс для доступа к веб-сервису описывается на языке описания WSDL (Web Service Description Language) основанном на XML, и содержит всю информацию, необходимую для доступа к данному сервису. С точки зрения WSDL – документа веб-сервис представляет собой коллекцию портов, которые, в свою очередь, являются коллекцией абстрактных операций и сообщений. Абстракция операций и сообщений позволяет связывать их с различными протоколами и форматами данных типа SOAP, HTTP, GET/POST или MIME.

UDDI – это каталог веб-сервисов, доступный через интернет.

Библиографический список

1. Щукин Б.А., «Моделирование сервис-ориентированного приложения с помощью раскрашенных сетей Петри», Естественные и технические науки №6, 2011 г., стр. 527-530.

Секция 5. ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

ПРОДУКЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ЗНАНИЙ

В.П. Корячко, В.И. Орешков

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Глобальным трендом мирового развития становится переход к экономике знаний. При этом знания становятся самым дорогим товаром, а владение технологиями их получения и применения оказываются важнейшим конкурентным преимуществом [1].

В настоящее время компьютерные технологии поиска, формализации и представления знаний получили достаточное развитие. В системах управления, основанных на знаниях широко используются онтологии, фреймы, концептуальные карты и семантические модели. Тем не менее, существуют технологии представления знаний, методология применения которых на практике до конца не проработана и требует к себе повышенного внимания. К одной из таких "проблемных" технологий являются продукционные модели знаний.

В наиболее общем смысле, продукционные модели знаний (ПМЗ) представляют собой системы правил вида «**Если** условие, **то** действие». Продукционные системы, лежащие в основе ПМЗ, появились несколько раньше, чем искусственный интеллект и имеют корни в математической логике [2].

Изначально, продукционные системы (ПС) представляли собой вычислительные модели для поиска алгоритмов и моделирования процесса решения задач человеком. Впервые ПС была предложена американским математиком и логиком Эмилем Постом в 1943 году как формальная модель вычислительного эквивалента для машины Тьюринга. Система Поста может быть представлена кортежем вида:

$$P = \langle T, U, V, R \rangle, \quad (1)$$

где $T = \{a, b, c\}$ - множество конечных символов, $U = \{A, B, C\}$ - множество вспомогательных символов, $V = \{\alpha, \beta, \gamma\}$ - множество строковых переменных, R - множество правил, каждое из которых представляет собой упорядоченную пару строк из $\{T \cup U \cup V\}$. При этом, если (w, a) правило в R , то можно записать $w \rightarrow a$.

Правила такого вида называется правило «образ-действие» (pattern-action).

Продукционная система Поста обеспечивает образно-ориентированное управление процессом решения задач и состоит из множества продукционных правил, интерпретатора правил и рабочей памяти. Продукционные правила можно, таким образом, рассматривать как форму представления знаний человека о решении определенного рода задачи.

На основе продукционной системы строится ПМЗ. Для этого адаптируем (1) к виду:

$$P = \langle I, R, A, B, P, N \rangle,$$

где - I идентификатор продукции (уникальное имя позволяющее производить её поиск, а также отражающее её смысл, например, «обработка детали», «получение денег» и т.д.), R . - определяет предметную область задачи, например, «разработка изделия», «подготовка документации». Распределение продукции по предметным областям делает их понятней и ускоряет решение задачи; A - условие продукционного правила, называемое также антецедентом (antecedent), или LHS (left hand side – левая сторона); B - следствие продукционного правила, называемое так же консеквентом (consequent), или RHS (right hand side – правая сторона); P - условие активации продукции; N – описание постусловия продукции.

Условие и следствие создают импликацию вида $B \rightarrow A$, которая образует продукционное правило, называемое также **ядром продукции** (читается, как «**Если A , то B** »).

Суждение, выражаемое импликацией, звучит следующим образом:

- истинность A является условием, достаточным для истинности B ;
- истинность B является необходимым условием A .

Следовательно, продукционное правило можно проинтерпретировать следующим образом: если условие A выполнено, то следствие B может быть выполнено, а может быть, и нет. Но если B выполнено, то и A выполнено обязательно.

С условием и следствием продукционного правила обычно связано некоторое действие. При этом, если действие, связанное с условием произошло, то действие, связанное со следствием не обязательно произойдёт. Но если действие, связанное со следствием произошло, то и действие, связанное с условием произошло обязательно [3].

В связи с этим возникает вопрос – будут ли выполнены или не выполнены какие либо действия, если продукция была завершена? Следовательно, в продукции может потребоваться дополнительный элемент, который определяет набор действий, выполняемых в зависимости от результата выполнения продукционного правила, т.е. результата импликации. Такой элемент мы обозначили N и назвали описанием постусловий продукции.

Как правило, при решении сложных задач в некоторой предметной области, используется не одна продукция, а некоторое их множество, образующее продукционную модель. В такой модели должны быть определены некоторые процедуры управления продукциями, посредством которых происходит их активизация и той или иной продукции выбор для выполнения.

Выполнение некоторого набора продукции является моделью рассуждений эксперта, решающего аналогичную задачу. Поэтому поиск в пространстве состояний, выполняемой продукционной системой, можно рассматривать как процедуру логического вывода.

Таким образом, несмотря на определённые недостатки, продукционные модели являются достаточно эффективными средствами получения, представления и обработки знаний и могут включаться в системы, основанные на знаниях.

Библиографический список

1. Гаврилова Т. А., Хорошевский В. Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. Учебник. — СПб.: Питер, 2000
2. Орешков В.И. Инженерия знаний (учебное пособие). Изд-во Рязан. гос. радиотехн. ун-та. Рязань, 2016. 64 с.
3. Корячко В.П., Бакулева М.А., Орешков В.И. Интеллектуальные системы и нечеткая логика: (учебник). М.:КУРС, НИЦ ИНФРА-М, 2017. – 352 с.

РАЗРАБОТКА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА КРЕДИТНЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

К.Г. Шитова

Научный руководитель – Пруцков А.В.
д-р техн. наук, профессор**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Банкам очень важно иметь возможность наиболее точно и быстро определять надежность своих клиентов, чтобы предложить им соответствующие кредитные продукты. Обычная процедура оценки потенциального заемщика и подбор наиболее подходящей схемы кредитования занимает большое количество времени, так как сотруднику приходится определять это вручную, собственными силами, что приводит к потере большинства клиентов. Так же ручная оценка клиента может быть субъективной и даже ошибочной, на что может влиять физическое состояние сотрудника и даже его настроение. Интеллектуальная рекомендательная система подбора кредитных продуктов для предприятий поможет банку быстро оценить заемщика и предложить ему оптимальный вариант кредитования. С ней сотрудник банка сможет обработать большее число обращений, чем при обычной процедуре, и допустить меньшее число ошибок. Но реализация такой задачи имеет ряд проблем, которые рассматриваются в данном докладе.

Одной из наиболее важных проблем является определение показателей предприятий, по которым необходимо выполнять их оценку. Важно подобрать такие показатели, которые наиболее точно характеризуют предприятие, как заемщика. В докладе проведен анализ существующих характеристик и выделены наиболее информативные из них в плане кредитования.

Разработка интеллектуальной системы предполагает настройку модели машинного обучения. Другой наиболее важной проблемой является поиск обучающих данных. Чтобы обучить модель необходимо собрать достаточно большой набор статистических данных, которые показывают, с какими показателями предприятиям был одобрен кредит, и какой кредитный продукт был им предложен. Проблема заключается в том, что банки держат историю оценок кредитоспособности своих клиентов в тайне, что усложняет сбор статистики.

Так же важную роль в разработке такой системы играют параметры модели машинного обучения, которые отвечают за точность оценивания в данном случае кредитоспособности предприятия и рекомендации кредитного продукта. Их подбор осуществляется уже в режиме обучения, опираясь на точность результатов работы модели, обученной с использованием

определенных параметров. В качестве модели предполагается использовать нейронную сеть. Существуют методы, позволяющие улучшить обучение модели и повысить точность даваемых ей результатов. К ним относится использование мини-выборок, активационной функции softmax на последнем слое нейронной сети и другие методы, описанные в докладе.

Кроме того, важно знать, какие продукты может предлагать банк своим клиентам. Такие продукты обладают рядом характеристик, которые включают в себя процентную ставку, срок кредита, сумму кредита, стоимость залога и другие параметры, представленные в докладе.

Решение рассмотренных в докладе проблем позволит разработать интеллектуальную рекомендательную систему, основанную на обученной нейронной сети с высокой точностью даваемых результатов. Эта система поможет банку без лишней нагрузки сотрудников определить, достоин ли заемщик получить кредит и на каких условиях.

РАСПРЕДЕЛЕННЫЕ СИСТЕМЫ И АЛГОРИТМЫ ПОИСКА АССОЦИАТИВНЫХ ПРАВИЛ

Е.О.Храмшина

Научный руководитель – А.В.Пруцков,
д-р техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет имени
В.Ф. Уткина**

Цифровизация сфер деятельности человека требует хранения и обработки большого объема информации. Данные зачастую хранятся на разных рабочих местах. Одним из способов работы с такими данными является распределенная система. В крупных проектах такие системы позволяют работать вместе десяткам машин [5].

Целью данной работы является изучение теоретических сведений о распределенных системах и алгоритмах поиска ассоциативных правил, используемых в них.

Распределенная система – вычислительная система, в которой несколько автономных компьютеров взаимодействуют друг с другом [3]. Взаимодействующие элементы называют узлами распределенной системы. Структуру распределенной системы можно представить в виде ориентированного графа – топологии сети системы [4]. Распределенные системы должны обладать такими свойствами, как прозрачность, открытость и масштабируемость. Они позволяют делиться информацией, увеличивать производительность системы. Эталонной моделью таких систем является модель Взаимосвязи Открытых систем (Open-Systems Interconnection) [6]. Различают синхронные и асинхронные системы в зависимости от способа обмена сообщениями.

Как правило, распределенные системы в основе своей работы содержат не только распределенные базы данных, но распределенные алгоритмы обработки информации [6]. Распределенная база данных – это множество физических баз данных, которые выглядят для пользователя как одна логическая база данных. Распределенные алгоритмы – это алгоритмы, которые определяют функционирование распределенных систем. Алгоритмы

состоят из дискретных событий, представляющих собой небольшое изменение состояния всей системы – распределенных вычислений. Особенности распределенных алгоритмов можно назвать: отсутствие сведений о глобальном состоянии системы, отсутствие глобальной шкалы времени, недетерминизм [4].

Распределенные системы применяются для научных вычислений, распределенной обработки информации, а также для интеллектуальной обработки данных, в том числе для поиска ассоциативных правил. В настоящее время одним из наиболее популярных распределенных алгоритмов в области интеллектуальной обработки данных является MapReduce[1]. Описание и сравнение системы Hadoop на его основе описано в статье [7]. Работа MapReduce состоит из двух шагов: Map и Reduce. На Map-шаге происходит предварительная обработка входных данных. Для этого один из компьютеров (главный узел) получает входные данные задачи, разделяет их на части и передает другим компьютерам (рабочим узлам) для предварительной обработки. На Reduce-шаге происходит свёртка предварительно обработанных данных. Главный узел получает ответы от рабочих узлов и на их основе формирует результат – решение задачи, которая изначально формулировалась. Кроме того, существуют другие алгоритмы поиска ассоциативных правил: матричный алгоритм, алгоритм SimpleARM, алгоритм с использованием матрицы квадрант и алгоритм, использующий транспонирование таблицы транзакций. Они могут использоваться в рамках распределенных систем, так как соединение полученных на каждом узле результатов даст верный результат работы алгоритма. [2].

Использование распределенных систем ускоряет вычисления и обработку информации, но требует больших трудозатрат, знаний специалистов, а также производственных мощностей. Использование таких систем для мелких задач не оправдано. Данная статья написана в рамках подготовки к разработке распределенного алгоритма поиска ассоциативных правил. Алгоритм будет опираться на оригинальный алгоритм поиска ассоциативных правил, не используемый ранее.

Библиографический список

1. Lin, J., Dyer, C. Data-Intensive Text Processing with MapReduce. Morgan & Claypool Publishers, 2010.
2. Prutzkow A. Algorithms and Data Structures for Association Rule Mining and its Complexity Analysis. In ICPE 2018 – International Conference on Psychology and Education, «The European Proceedings of Social & Behavioural Sciences EpSBS» Serie, 2018.
3. Косяков М.С. Введение в распределенные вычисления. Учебное пособие. – Санкт-Петербург, НИУ ИТМО, 2014.
4. Романов А.А. Распределенные вычисления и приложения. - Ульяновск, УлГТУ, 2018.
5. Стивенс Р. Алгоритмы. Теория и практическое применение. – Москва, «Эксмо», 2019.
6. Тель Ж. Введение в распределенные алгоритмы. – Москва, МЦНМО, 2009.

7. Храмшина, Е.О. ИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОБРАБОТКИ БАЗ ДАННЫХ БОЛЬШОГО ОБЪЕМА [Текст] Современные технологии в науке и образовании СТНО-2018: сб.тр. международного научно-технического форума. Том 3. – Рязань: РГРТУ, 2018.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА НЕЭКВИДИСТАНТНЫХ ВРЕМЕННЫХ РЯДОВ

А.А. Столбова, С.А. Прохоров

Самарский университет

В настоящее время существуют различные математические пакеты, позволяющие вычислять коэффициенты вейвлет-преобразования, например, Mathcad (Wavelets Extension Pack), Maple, MathLab (Wavelet Toolbox), Wolfram Mathematica и другие. Данные пакеты являются мощным инструментом вейвлет-анализа равномерных процессов, однако в них отсутствует возможность анализа неэквидистантных временных рядов (НВР). Кроме того, они обладают высокой стоимостью.

Задачи подобного рода являются узконаправленными и для их решения требуются специализированные системы, к которым относятся системы аппроксимативного анализа. На данный момент существуют и применяются автоматизированные информационные системы для аппроксимативного анализа функциональных вероятностных характеристик [1]:

- взаимного корреляционного анализа случайных процессов;
- аппроксимативного анализа корреляционно-спектральных характеристик случайных процессов в ортогональных базисах Сонина-Лагерра и Якоби;
- аппроксимативного корреляционно-спектрального анализа в ортогональном базисе Бесселя;
- корреляционного анализа НВР и другие.

Каждая из систем позволяет решать конкретную задачу, а за счёт единой системы ввода/вывода имеется возможность обмена данными между ними.

Одним из важных классов анализируемых на практике процессов являются нестационарные НВР. К типовым моделям относятся временные ряды с пропусками наблюдений, с «дрожанием» и аддитивной случайной дискретизацией. Для спектрального анализа НВР с пропусками наблюдений применяется преобразование Фурье, LS-спектры.

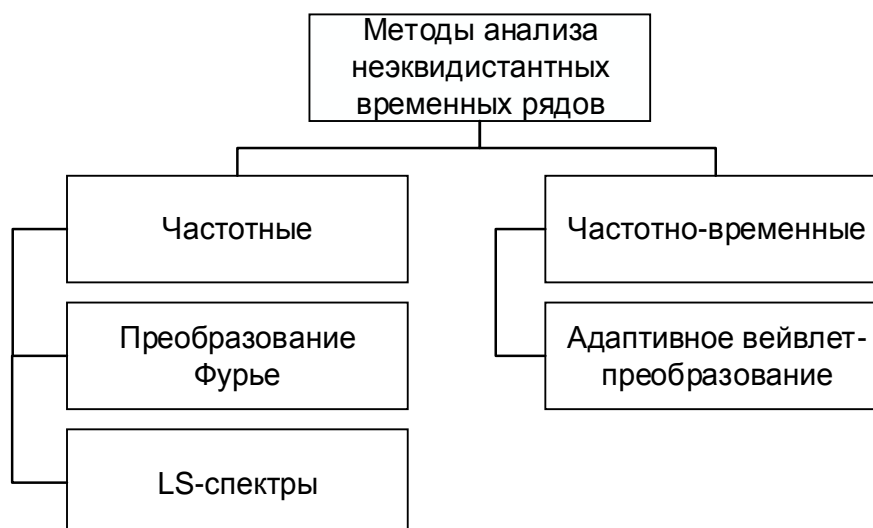


Рисунок 1 - Методы спектрального анализа неэквилибрированных временных рядов

Данные методы являются частотными и имеют недостаток при анализе нестационарных по частоте процессов – невозможность определить изменение частоты процесса во времени. Одним из активно развивающихся методов частотно-временных преобразований является вейвлет-преобразование. Для анализа неэквилибрированных процессов с пропусками наблюдений предлагается адаптивное вейвлет-преобразование. Недостатком данного подхода является то, что необходимо знать в какие периоды времени были пропуски, что не всегда известно на практике.

При обзоре общих и специализированных систем анализа данных было выявлено отсутствие возможности спектрального анализа НВР. Так, в рамках исследования предложена разработка метода, алгоритмов и программного обеспечения вейвлет-анализа нестационарных НВР, обладающих повышенным быстродействием за счет отсутствия восстановления пропущенных отсчетов. В ходе исследования были проведены следующие работы:

- Проведен обзор основных методов частотного и частотно-временного анализа НВР, определены их недостатки. На основании данного обзора в качестве исследуемого метода спектрального анализа выбрано вейвлет-преобразование.

- Рассмотрены наиболее часто применяемые базовые вейвлеты. Получены их характеристики во временной и частотной областях, позволяющие реализовать вейвлет-преобразование НВР.

- Определены способы выбора минимальных и максимальных значений масштаба и сдвига вейвлет-преобразования, необходимые для реализации вейвлет-преобразования НВР.

- Предложены методы, алгоритмы и программное обеспечение для вейвлет-преобразования НВР.

Библиографический список

1. Автоматизированные системы аппроксимативного анализа случайных процессов / С. А. Прохоров и др. – Самара: СГАУ, 2010. – 26 с.

2. Прохоров С.А., Столбова А.А. Программный комплекс анализа неэквидистантных временных рядов на основе непрерывного вейвлет-преобразования / Программные продукты и системы. – 2017. – Т.30, №4. – С. 668-671.

МОДЕЛЬ ДВУХУРОВНЕВОГО РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА НА ГРАФИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОРАХ

Т.А. Фетисова, Д.В. Фетисов

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Скорость, производительность, точность и качество результатов являются одними из важнейших показателей в работе любого сервиса, приложения, программного средства. Поэтому возникает необходимость в изменении существующих алгоритмов таким образом, чтобы соответствовать требованиям пользователей.

Генетические алгоритмы широко используются в различных прикладных задачах [1] и хорошо поддаются распараллеливанию, которое может быть реализовано на нескольких уровнях. Графические процессоры поддерживают два уровня параллелизма: блочный и поточный [2], причем, обычно используется какой-либо один из них, например, в задачах сортировки или поиска элемента многопоточность реализуется в блоках [3, 4]. В данной работе предлагается совместить возможности указанных уровней параллелизма на примере генетического алгоритма.

Традиционная островная модель – параллельное развитие подпопуляций на нескольких островах, но на каждом острове генетический алгоритм реализуется последовательно [5]. Предлагается реализовать как традиционный параллелизм островной модели (на блочном уровне графического процессора), так и обеспечить параллельные вычисления на каждом острове (на поточном уровне графического процессора). На верхнем (блочном) уровне обработки данных графический процессор выполняет центральную часть алгоритма в каждом блоке, а именно селекцию, кроссовер, мутацию, миграцию [1]. На нижнем (поточном) уровне параллелизма вычисляются значения фитнес-функций каждой особи в отдельных потоках, что позволяет значительно повысить скорость выполнения алгоритма.

Взаимодействие между уровнями происходит согласно модели «рабочий-хозяин». Роль «хозяина» на верхнем (блочном) уровне выполняет графический процессор. Помимо реализации основной части алгоритма, «хозяин» производит входные и выходные операции, распределяет задания по рабочим потокам следующего уровня распараллеливания, читает полученные результаты, изменяет глобальные структуры данных.

В свою очередь роль «рабочего» также отводится графическому процессору, но на нижнем уровне параллелизма, где каждый поток принимает задание от «хозяина», вычисляет фитнес-функцию каждой особи и отправляет результат обратно, переходя в режим ожидания выполнения следующего задания.

Для гарантии глобальной корректности работы алгоритма в конце каждого этапа помещаются точки синхронизации, в которых «хозяин» переходит в режим ожидания, пока все рабочие потоки не закончат свои задания. При этом работа между процессором-хозяином и рабочими распределяется в соответствии с рисунком 1, на котором представлена модель генетического алгоритма с применением двухуровневого распараллеливания.

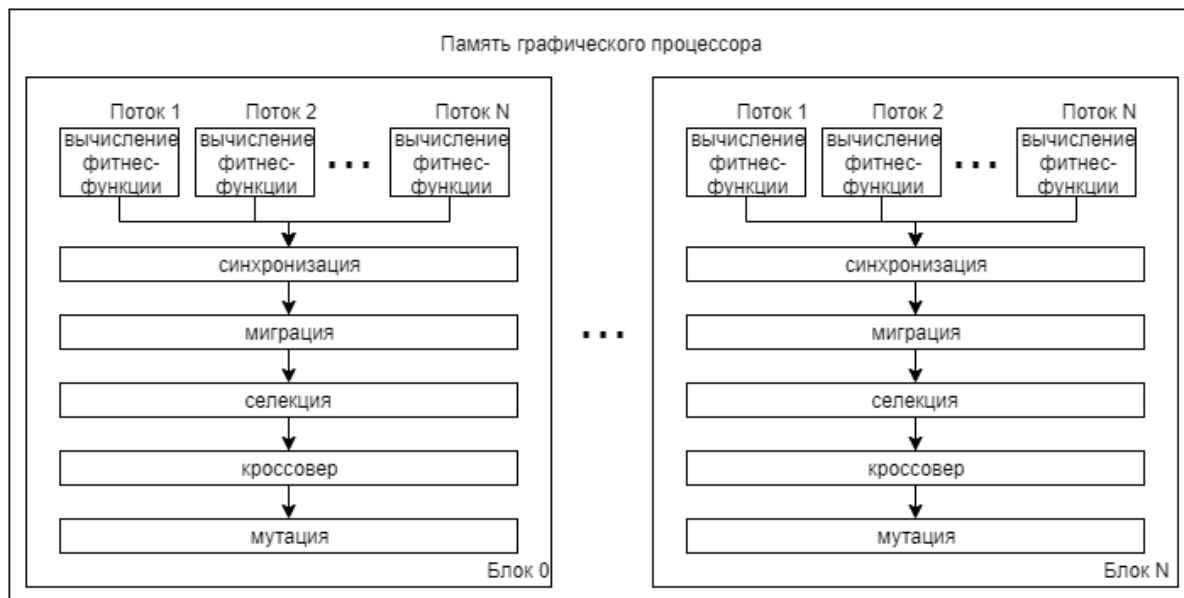


Рисунок 1 - Модель двухуровневого распараллеливания генетического алгоритма

Предложенная модель является оригинальной модификацией модели островов генетического алгоритма в многопоточном исполнении. Она отличается новизной за счет использования двухуровневого распараллеливания с применением модели «рабочий-хозяин». Применение такого подхода позволит сохранить качество решения и в большинстве случаев улучшить его при значительном сокращении времени поиска.

Таким образом, разработанная модель позволяет достаточно быстро выполнить более глубокое распараллеливание генетического алгоритма с целью ускорения процесса поиска решения, причем для этого требуются минимальные изменения программного кода. Данную модель организации вычислений генетического алгоритма можно реализовать средствами графического процессора фирмы NVIDIA с использованием технологии CUDA и экспериментально оценить ее эффективность на практике.

Библиографический список

1. Гладков Л.А., Курейчик В.В., Курейчик В.М. Генетические алгоритмы // Под ред. В.М. Курейчика. - М.: ФИЗМАТЛИТ, 2006. - С. 320-327.
2. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Организация параллельных вычислений на платформе CUDA // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. - 2014. - № 49. - С. 77-82.
3. Скворцов С.В., Пюрова Т.А. Параллельные алгоритмы сортировки данных и их реализация на платформе CUDA // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета. - 2016. - № 58. - С. 42-48.

4. Скворцов С.В., Фетисова Т.А., Фетисов Д.В. Параллельные алгоритмы поиска данных и их реализация на платформе CUDA // Вестник РГРТУ. - 2018. - № 65. - С. 55-61.

5. Лунин Д.В., Скворцов С.В. Разработка параллельного генетического алгоритма для решения задачи коммивояжера на платформе CUDA // Системы управления и информационные технологии. - 2015. - № 2 (60). - С. 50-55.

СОЗДАНИЕ 3D МОДЕЛИ В САПР T-FLEX CAD 15 ПРИ РАЗРАБОТКЕ КОНСТРУКЦИЙ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Е. С. Сеницына

Научный руководитель – Скворцов С. В. д. т. н., профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет им. В. Ф. Уткина

В докладе рассмотрены основные функции и главные преимущества системы автоматизированного проектирования T-FLEX CAD 15 для создания и работы с 3D моделями конструкций электронных средств.

Моделирование – один из главных способов заменить оригинал его аналогом (моделью) с последующей возможностью оптимизации конечного продукта, путём изменений параметров модели. Создавая 3D модель, воспроизводят геометрические, физические и другие свойства объектов в материальной форме.

Наиболее перспективным направлением развития всех современных САПР является параметрическое моделирование. Главной особенностью T-FLEX CAD является то, что везде, где пользователь может ввести численное или текстовое значение параметра, он с таким же успехом может использовать переменную или выражение, зависящее от переменных. Достоинствами данного подхода являются

- многократное использование модели или чертежа с возможностью изменения его параметров;
- высокая степень автоматизации выполнения многих проектных операций;
- ассоциативность моделей, означающая, что любое изменение параметров одной детали приводит к автоматическому перестроению всех связанных с ней элементов (сборочных узлов, рабочих чертежей, управляющих программ для станков с ЧПУ и т. д.);
- простота разработки и интеграции в состав комплекса прикладных расчётно-аналитических моделей, значительно расширяющих его функциональные возможности;
- высокая степень безошибочности принимаемых проектных решений.

T-FLEX CAD 15 построена на геометрическом ядре Parasolid, которое сегодня считается лучшим ядром для создания 3D моделей и используется более чем на 1.000.000 рабочих мест по всему миру. Для оптимизации рабочего времени САПР T-FLEX CAD 15 позволяет нескольким пользователям параллельно вести работу над деталями, уже включёнными в сборку, при этом работа над самой сборкой может вестись без остановки.

Для инженерного анализа программа может предложить удобный набор инструментов для проверки моделей, создаваемых непосредственно в САПР T-FLEX CAD 15. Результаты конечно-элементного анализа позволяют инженеру-конструктору выявить потенциальные недостатки модели в процессе её проектирования, оценить допустимые нагрузки и возникающие напряжения, что решает множество вопросов, связанных с производством, и сводит на нет ошибки и риски изготовления конечного продукта, экономит время и ресурсы, как самого инженера, так и рабочих.

Использование современной САПР T-FLEX CAD 15 значительно увеличивает качество выпускаемой продукции, оптимизирует использование материалов для производства, повышает производительность всего предприятия.

Библиографический список

1. В. В. Лисяк. Основы геометрического моделирования. М.: Издательство ЮФУ, 2018 – 91с.
2. Топ Системы. T-FLEX CAD. Двухмерное проектирование и черчение. Руководство пользователя. М.: Издательство Топ Системы, 2006 – 86с.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЯ О ЗАЧИСЛЕНИИ КАНДИДАТА В ШТАТ СОТРУДНИКОВ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК

А.М. Парфенов

Научный руководитель – Цуканова Н.И.

кандидат техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В докладе рассматривается программа, предназначенная для автоматизированного подбора организации и должности претенденту на получение работы.

В кадровых агентствах на основе характеристик кандидата делается подбор организации и должности (из числа имеющих на данный момент), на которой он показал бы наилучшие результаты. Задача такого подбора является задачей классификации. В простейшем случае классов может быть только два: «Рекомендован» и «Не рекомендован». В настоящий момент методы машинного обучения позволяют реализовать довольно эффективные классификаторы, которые способны принимать решение без участия человека, исключая при этом ряд некоторых внешних негативных факторов: субъективный характер решения, эффект «замыливания глаза» и др. Наиболее распространёнными классификаторами являются нейронные сети и деревья принятия решений. Однако ввиду наличия большого количества категориальных признаков при обработке данных о кандидатах, а также – высокой скорости обучения предпочтение следует отдать деревьям принятия решений.

Следует отметить, что рано или поздно точность любой модели достигает некоторого предела, преодолеть который не представляется возможным. Не являются исключением и деревья принятия решений. В этом случае имеет смысл говорить об ансамблях интеллектуальных моделей.

Ярким и общеизвестным примером ансамбля на основе деревьев принятия решений является так называемый случайный лес.

Использование случайного леса предоставляет следующие возможности:

- строятся несколько независимых друг от друга деревьев, каждое из которых «выносит» своё собственное решение по кандидату;
- для построения деревьев используется лишь часть обучающей выборки, в результате чего нет необходимости отсекаать малозначимые и малоинформативные ветви;
- часть элементов обучающей выборки может быть не задействована при формировании случайного леса, и поэтому её можно использовать при тестировании построенной системы, в частности – для определения ошибки обобщения.

Следует отметить, что в классическом алгоритме формирования случайного леса задействован алгоритм построения деревьев решений CART, однако у него есть один большой недостаток – строится бинарное дерево, в результате чего большая глубина является неизбежной. Поэтому предлагается использовать модифицированный вариант случайного леса, где деревья принятия решений строятся на основе прироста информации. В данном случае будет взят алгоритм C4.5.

Наконец для того, чтобы получить само решение по соискателю предлагается использовать такой механизм, как бэггинг. Бэггинг заключается в том, что результаты каждого дерева в случайном лесу обобщаются и для соискателя выбирается тот класс, за который «проголосовало» большее количество деревьев.

В результате реализации описанного выше алгоритма можно быстро и эффективно определить, следует ли зачислять кандидата в штат сотрудников организации на основе полученной о нём информации.

Библиографический список

1. Бринк Х., Ричардс Дж., Феверолф М., Машинное обучение. – СПб.: Питер, 2017. – 336 с.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ГРУЗОВОЙ АВИАКОМПАНИЕЙ

Д. А. Скуров

Научный руководитель – Орехов В. В.

к. т. н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Авиаперевозки занимают важное место в системе быстрой доставки различных грузов. Одним из ключевых компонентов ИТ являются информационные системы (ИС). В условиях жёсткой конкуренции использование ИС является ключевым фактором повышения качества предоставляемых услуг, обеспечения сокращения сроков поставок и в конечном итоге увеличения прибыли компании. Клиенты в свою очередь

получают надёжный и качественный сервис. В докладе рассматриваются основные аспекты

В авиакомпании по перевозке грузов необходимо сопоставлять информацию о грузах, поставляемых для перевозки, и ресурсах, имеющихся в распоряжении у авиакомпании. Также, для работников авиакомпании актуален вопрос временного сопоставления грузов для перевозки и возможных дат вылета. Помимо решения производственных и технологических вопросов, система должна обеспечивать удобный доступ и управление кадровыми и финансовыми ресурсами компании.

Проектируемая ИС предназначена для следующих категорий сотрудников авиакомпании: операторов диспетчерской службы, оказывающих услуги грузовых авиаперевозок физическим и юридическим лицам, и позволяет им повысить эффективность своей работы за счет систематизации и быстрого поиска нужной информации; сотрудников отдела планирования, в целях удобного доступа к статистической информации о деятельности компании и составления необходимых отчётов; сотрудников управленческого звена. Такой подход позволяет снизить нагрузку работников компании, что позволит повысить качество предоставляемых услуг, так как все рутинные операции будут обрабатываться автоматизировано.

Одним из важнейших компонентов любой ИС является её архитектура. Существует несколько видов архитектур, например, многослойная, объектно-ориентированная, клиент-серверная и т.д. Для разработки данной ИС выбрана распределенная трехзвенная клиент-серверная архитектура на базе тонкого клиента. Вся бизнес-логика реализуется на стороне сервера, а клиент служит для отображения интерфейса и взаимодействия с системой [2].

Не менее важной задачей является выбор модели хранилища данных. В этом плане можно выделить два основных направления: нереляционные и реляционные системы управления базами данных (далее - СУБД). Нереляционные СУБД хорошо подходят для хранения больших объёмов неструктурированной информации, и не накладывает ограничений на типы хранимых данных. С другой стороны, реляционные СУБД обеспечивают целостность данных. С учетом того, что данные должны иметь жёсткую структуру, была выбрана свободно распространяемая реляционная СУБД Microsoft SQL Server 2019 Express.

В качестве языка программирования был выбран ЯП высокого уровня C#. Он содержит все необходимые методы и функция для взаимодействия с выбранной СУБД с помощью технологии ADO.NET. Разработка клиентского приложения ведется в IDE (интегрированная среда разработки) Microsoft Visual Studio 2019. Данная IDE содержит все необходимые компоненты для работы с базами данных, что заметно упрощает написание приложения.

Структура разрабатываемой ИС представлена на рисунке 1.

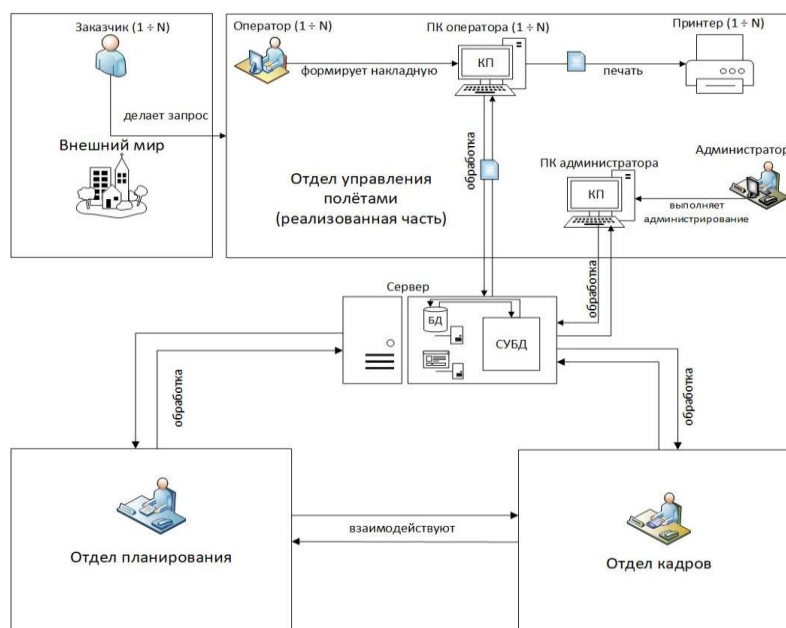


Рисунок 1 - Структура разрабатываемой ИС

Разрабатываемая система должна обеспечивать решение следующих задач:

1. Хранение и обработка данных для осуществления грузовых авиаперевозок, а также другой информации, необходимой для функционирования предприятия в целом. Под обработкой также понимается поиск и сортировка данных;
2. Хранение и обработка данных вспомогательных отделов, например, аналитического и финансового отделов;
3. Обеспечение безопасности взаимодействия с системой. В качестве механизма защиты выступает разграничение прав доступа для различных категорий пользователей. Только системный администратор получает прямой доступ к наиболее важным аспектам ИС. Кроме того, вся информация о пользователях хранится в зашифрованном виде;
4. Хранение и обработка отчётов о деятельности авиакомпании.

Библиографический список

1. «Руководстве по грузовым перевозкам на внутренних воздушных линиях Союза ССР» (РГП-85), 2011. — 157с.
2. Избачков Ю., Петров В., Телина И., Васильев А. Информационные системы. — СПб. Питер, 2010. — 544 с.

КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО УСТРОЙСТВА НА ОСНОВЕ ПЛИС

Н.С. Потапкина

Научный руководитель – Перепелкин Д.А.

д-р техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Рассматривается печатная плата, содержащая ПЛИС, основные принципы ее функционирования, возможная реализация схем и программ с

помощью платы. Также приводится описание и анализ разработанного для удобства работы с устройством корпуса.

Плата содержит ПЛИС EP4CE6E22C8N, разработанную фирмой Altera. За счет использования smd элементов габариты ПЛИС весьма миниатюрны, а большую часть платы занимают четыре семисегментных индикатора для удобства отображения информации, зуммер для звуковой индикации, а также различные разъемы для подключения питания, загрузочного кабеля, возможности загрузки видеосигналов.

Основой для разработки выбрана именно ПЛИС благодаря тому, что она обеспечивает работу в режиме реального времени и дает возможность конвейерной (параллельной) обработки команд, чего не может обеспечить микроконтроллер. Быстродействие ПЛИС также намного выше благодаря мгновенной передачи сигналов, однако имеется и весомый недостаток. Он заключается в том, что время на разработку аналогичного программного алгоритма на ПЛИС намного больше, чем на микроконтроллере, т.к. для реализации программы на интегральной схеме каждый сигнал необходимо вручную назначить ножке и соответствующему индикатору на плате. Также необходимо позаботиться, чтобы в нужный момент времени именно к заданным ячейкам памяти обратился другой сигнал, который сейчас отслеживается или генерируется. За счет более простого способа описания программ и большого числа уже разработанных часто используемых алгоритмов разработчик, использующий микроконтроллер, тратит меньше времени на отладку и разработку.

Вследствие того, что логика работы ПЛИС задается посредством программирования, а не определяется при изготовлении, в ходе работы с помощью ПО Quartus были созданы схемы и разработаны VHDL-коды различных устройств, таких как двухтактный синхронный J-K триггер, асинхронный реверсивный счетчик, двоично-десятичный счетчик с синхронной схемой управления, последовательно-параллельный регистр, мультиплексор 4:1 с разрешающим входом, демультиплексор 1:2, унитарный многоступенчатый дешифратор на 32 выхода и многие другие. Все эти схемы были откомпилированы, а также получены временные диаграммы, отражающие принцип работы схем.

Разработка схем и VHDL-кодов, а также создание на их основе библиотек позволит разработчикам, использующим ПЛИС, тратить намного меньше времени на создание устройств, тем самым частично решая основную проблему программируемых логических интегральных схем – большие временные затраты на разработку программ.

Для печатной платы разработан корпус. Он предназначен для защиты устройства от пыли, фиксации платы, дополнительной защиты при механических воздействиях, а также придания эстетичности внешнего вида. Корпус обладает специальными отверстиями для отвода тепла от платы, отверстиями для распространения звука от зуммера, накладками на кнопки и переключатель для удобства использования устройства.

Единичный корпус выгоднее изготавливать с использованием 3D-принтера, а при серийном производстве использовать метод литья в пресс-формы, что обусловлено наиболее быстрым и дешевым принципом изготовления.

ПОДХОДЫ К АВТОМАТИЗИРОВАННОМУ ПЛАНИРОВАНИЮ ЗАНЯТИЙ УЧЕБНЫХ ДИСЦИПЛИН

А. А. Кузнецов

Научный руководитель – Скворцов С. В.

д. т. н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Учебный процесс определяется многими составляющими, применяемыми в рамках подготовки квалифицированных специалистов. Проблема повышения его качества в последнее время приобрела особую актуальность. В данной работе рассмотрены приемы, которые можно использовать при планировании учебных курсов.

После подготовки материала учебного курса нужно сформировать временную последовательность изучения тем курса, т.е. задать порядок, в котором будут изучаться соответствующие понятия. Для этого нужно сформировать модель курса. Такая модель должна учитывать содержание дисциплины и позволять исследовать процессы ее изучения с учетом забывания и семантики изложенного материала. В данной работе использована модель, рассмотренная в статье [1].

В рамках этой модели структура и содержание курса описываются с помощью ориентированного графа $G^* = (X, U, E)$, корень которого определяет название дисциплины, узлы $x_i \in X$ соответствуют ее разделам или подразделам, а листья из $X' \subset X$ – конечным понятиям, вводимым в рассмотрение и используемым при проведении учебных занятий. Дуги $u_i \in U$ в таком дереве направлены от родителей (разделов) к потомкам (подразделам, понятиям) и показывают отношения включения. Модель учебного курса также учитывает логические зависимости между понятиями и разделами дисциплины, которые задаются множеством дуг $E = \{e_{ij} = (x_i, x_j)\}$ между связанными понятиями (листьями дерева) или (под)разделами (узлами дерева). Каждая дуга означает, что основополагающее понятие должно быть изучено раньше зависимого понятия.

На основе рассмотренной выше модели учебного курса предлагается решение задачи автоматизированного планирования учебного процесса, которая сводится к определению порядка изучения тем дисциплины, обеспечивающего достижение экстремума некоторого критерию качества. Таких критериев можно выделить несколько.

Первый критерий. Если требуется обеспечить наибольшую полноту изучения понятий (разделов и подразделов) курса, то целевая функция F может быть определена на основе функции забывания [1]:

$$R(t) = e^{-t/s},$$

где t – время, s – стабильность памяти, которая определяет скорость снижения воспроизводимости информации в результате забывания.

Данный критерий позволяет оценить уровень знаний обучающихся в различные моменты времени и может помочь спланировать учебные занятия так, чтобы получить максимум усвоенного материала в момент контроля знаний.

Второй критерий. Здесь предполагается, что последовательность изложения понятий должна максимально учитывать их логическую взаимосвязь, чтобы упростить понимание учебного материала.

Количественно взаимосвязь излагаемых понятий можно описать на основе критерия соседней связности [2] вершин ориентированного графа в его некоторой укладке. В работе [2] на основе этого критерия решается задача синтеза алгоритмов контроля РЭА с целью получения минимума обращений к локальной памяти микропроцессорной системы путем построения множества проникающих путей максимальной длины.

Применительно к задаче планирования учебных занятий построение проникающих путей позволяет выделить логически связанные компоненты учебного материала, понятия которых целесообразно излагать в смежные промежутки времени, т.е. на занятиях, следующих друг за другом.

Третий критерий. Иногда возникает ситуация, когда содержание учебного курса велико, а время, отведенное на его изучение, слишком мало для полноценного освоения. Поэтому во многих случаях преподаватели вынуждены объяснять лишь обязательные понятия и в оставшееся время выполнять обзор другой части учебного материала, предполагая его самостоятельное изучение студентами.

Пусть имеется модель $G^* = (X, U, E)$ учебного курса, включающая понятия $X' \subset X$, и задано количество учебных занятий $|T| \geq 1$, где $t_j \in T$ – даты проведения занятий. Требуется выделить в множестве X' такое подмножество X_r , в которое входят наиболее значимые понятия. При их недостаточном освоении в последующих дисциплинах может происходить непонимание студентами изучаемого материала.

В докладе предлагается решение этой задачи с помощью сортировки понятий в порядке возрастания числа логических зависимостей, в которых оно используется. После такой сортировки понятия в конце списка, то есть понятия с большим количеством логических зависимостей, являются наиболее важными для изучения, так как от них зависит наибольшая часть материала дисциплины. Поэтому при формировании множества X_r из исходной модели G^* удаляются понятия, находящиеся в начале отсортированного списка, до получения такой модели, которую можно полноценно освоить на $|T|$ занятиях.

Таким образом, при автоматизированном планировании учебных занятий на основе функции забывания, можно учесть дополнительные факторы, влияющие на процессы освоения учебного материала. Например, принять во внимание ситуацию, при которой жестко фиксировано число занятий и преподаватель вынужден объяснить лишь обязательные понятия.

Библиографический список

1. Скворцов С. В., Митрошин А. А., Кузнецов А. А., Скворцова Т. С. Моделирование и оптимизация процессов освоения учебных дисциплин // Вестник РГРТУ. – 2019. - №69. – С. 110-122.
2. Корячко В. П. Конструирование микропроцессорных систем контроля радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Радио и связь, 1987. – 160 с.

АНАЛИЗ СПОСОБОВ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧИ МНОГОМЕРНОЙ ТРАССИРОВКИ

Ю.С. Морозова

Научный руководитель – Скворцов С.В.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Трассировка – это прокладка пути в пространстве с препятствиями. Чаще всего трассировка используется для печатных плат (чтобы определять места расположения проводников на печатной плате вручную или с использованием одной из САПР, предназначенной для проектирования печатных плат). Для трассировки печатных плат было разработано множество алгоритмов и их модификации [1].

Некоторые из этих алгоритмов можно применять не только для трассировки печатных плат, но и для поиска пути в виртуальном пространстве, прокладки электропроводки, нахождения кратчайшего пути в 3D-пространстве.

В разработанном программном продукте [2], предназначенном для трассировки в трехмерном пространстве (при проектировании слаботочных сетей, подземных и надземных коммуникаций) используется алгоритм слежения за целью [3], модифицированный для трехмерного пространства. При этом данные в программе, такие, как информация о препятствиях, трассах и др., хранятся в трехмерном массиве.

Одной из наиболее важных проблем, возникающих при данном способе хранения данных, является ограниченная размерность матрицы, так как возможности ОЗУ ограничены. Так в разработанной программе [2] максимально возможный размер массива данных составляет 300*300*300 ячеек, что может быть недостаточно для масштабных проектов. Однако при большом объеме используемых данных снижается скорость их обработки, а это, в свою очередь, увеличивает время выполнения проектных операций (процедур) и программы в целом.

Для решения указанных проблем необходимо выбрать или разработать другой способ хранения данных в программном продукте. Учитывая, что далеко не все ячейки подобного массива хранят полезную информацию о размещении препятствий и трасс, предлагается провести аналогию с разреженными матрицами, которые используются в соответствующих математических методах для решения подобных задач.

Поэтому для хранения данных будем использовать разреженный многомерный массив, т.е. разновидность массива, в котором большинство ячеек имеют одинаковые значения. Для реализации разреженных массивов предлагается использовать глобалы [4], - низкоуровневые структуры для хранения данных, обладающие высокими скоростными характеристиками.

Кроме того, необходимо изменить способ загрузки данных в программу из файла, так как на данный момент эта операция занимает большое количество времени. Ускорение загрузки данных из файла можно получить, если использовать многопоточное считывание данных.

Таким образом, решение задач, рассмотренных в докладе, позволит разработать быстродействующий программный продукт для выполнения автоматизированной трассировки в трехмерном пространстве. Эта программа

может использоваться для трассировки слаботочных сетей и кабелей, а также при решении других подобных инженерных задач.

Библиографический список

1. Овчинников В.А. Автоматизация проектирования и технология производства печатных плат : учебное пособие / В.А. Овчинников, А.Н. Васильев, В.В. Лебедев. 1-е изд. Тверь: ТГТУ, 2009. 234 с.
2. Морозова Ю.С. Разработка алгоритма многомерной трассировки для решения проектных задач / Ю.С. Морозова, С.В. Скворцов // Информационные технологии, межвузовский сборник научных трудов. – Рязань: РГРТУ им. В.Ф. Уткина, 2019. – С. 161-167.
3. Системы автоматизированного проектирования. Курс лекций: Уч. пособие для студ. спец. «Медицинская электроника», «Электронно-оптические системы и технологии» дневной и заочной форм обуч./ В.М. Бондарик. – Мн. БГУИР, 2006. – 272 с.
4. Никехин А.А. Основы С++ для моделирования и расчетов. Часть 2. Библиотеки для научных вычислений: Учебное пособие. – СПб: Университет ИТМО, 2016. – 64 с.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГРАНИЦ ДИАПАЗОНА ПОИСКА ОПТИМАЛЬНОГО ЗНАЧЕНИЯ ГЛУБИНЫ ДЕРЕВА ДЛЯ ЛЕСА РЕШАЮЩИХ ДЕРЕВЬЕВ

М.С. Ивкина

Научный руководитель – Демидова Л.А.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Введение.

В настоящее время известно большое число алгоритмов машинного обучения, успешно применяемых для решения различных задач классификации данных. Однако они требуют «тонкой» настройки значений своих параметров для обеспечения высокого качества классификационных решений.

Очевидно, что перебор значений параметров алгоритма классификации по сетке или их поиск с применением современных эволюционных алгоритмов оптимизации может сопровождаться существенными временными затратами, а использование значений параметров алгоритмов, рекомендуемых к применению «по умолчанию» не гарантирует, что полученный при этом классификатор будет характеризоваться высокими значениями показателей качества классификации [2]. Таким образом, очевидно необходимость выработки формул по определению диапазонов поиска значений параметров алгоритма классификации, поскольку это позволит минимизировать временные затраты на разработку искомого классификатора [1]. Для определения границ диапазона поиска проводился эксперимент, в ходе которого исследовались зависимости качества классификатора и время построения леса от максимальной глубины дерева [2] на 40 выборках (в статье приведены сведения по 4 из них).

Нижняя граница.

Для определения нижней границы диапазона значений глубины дерева рассмотрим выборку, содержащую 6 классов. При идеальном разделении выборки в узлах дерева может получиться дерево, изображенное на рисунке 1. Полученный вариант дерева является одним из самых неглубоких, где $mindepth=3$.

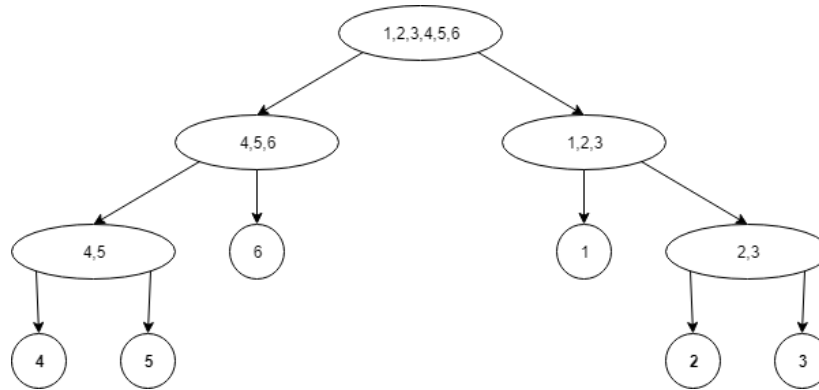


Рисунок 7 – Решающее дерево

Можно сказать, что минимально необходимая глубина для определения 6 классов равна 3. Если составить такое же дерево для выборки из 8 классов, то так же получим минимальную глубину дерева равную 3.

Следовательно, можно составить неравенство: $6 \leq 2^3$ или $count\ class \leq 2^{x+1}$. Из этого неравенства следует, что минимальная $mindepth = x+1$.

При сопоставлении расчетных значений и значений на графиках точности (за $mindepth$ принимаем значение, при котором получаем центральное значение точности классификатора), видно, что полученные значения приближены к ожидаемому (таблица 1).

Таблица 1 – Расчетные и фактические значения нижней границы диапазона

$mindepth$	bank-additional	connect	Clave-Direction	Coverttype
График точности	2	2	3	8
Расчетное зн-ие	1	2	2	3
Кол-во классов	2	3	4	7

Верхняя граница.

Из полученных графиков видно, что с определенного значения глубины дерева время построения не увеличивается и колебаться около этого значения. Такое поведение можно обосновать тем, что деревья достигли своей максимальной глубины, то есть в каждом листе остались либо один объект или объекты, принадлежащие одному классу. На графиках видно, что для сбалансированных выборок максимальная глубина дерева примерно равна половине количества признаков:

$$maxdepth = \frac{count\ features}{2}$$

Приведем в таблице максимальное значимое значение глубины на графиках зависимости времени и точности классификации от глубины дерева (за $maxdepth$ принимаем значение, при котором получаем предельное значение глубины) (таблица 2).

Таблица 2 -Расчетные и фактические значения верхней границы диапазона

<i>maxdepth</i>	bank-additional	connect	Clave-Direction	Covertime
График времени	13	20	10	27
Расчетное зн-ие	10	22	8	28
Кол-во признаков	20	42	16	54

Заключение.

Полученные результаты экспериментальных исследований позволяют сделать вывод о целесообразности использования предлагаемого подхода к определению диапазонов поиска оптимальных значений параметра глубины деревьев RF-классификатора с целью сокращения временных затрат на его разработку.

Библиографический список

1. Демидова Л.А., Ивкина М.С. Подход к определению диапазонов поиска оптимальных значений параметров классификатора на основе леса решающих деревьев. - Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2019, № 69. – 123-134с.

2. Ивкина М.С. Подбор оптимальных параметров классификатора на основе леса решающих деревьев. – Современные технологии в науке и образовании, Рязанский государственный радиотехнический университет, 2019, т.3. – 33-38с.

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЭВОЛЮЦИОННОГО АЛГОРИТМА ДЛЯ ТРАССИРОВКИ ДВУХСЛОЙНЫХ КАНАЛОВ

Ф.В. Машков, Н.С. Лебедева

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к-т. техн. наук, доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

Задача трассировки это один из важнейших этапов проектирования БИС и СБИС. Основная задача трассировки состоит в определении линий, соединяющих контактные площадки элементов и компонентов БИС и СБИС. Нахождение оптимального решения в задачах трассировки возможно только путем полного перебора, отсюда возникает понимание, что вычисление оптимального решения будет иметь факториальную сложность.

Для уменьшения сложности нахождения решения применялись лучевые и волновые алгоритмы и их модификации, однако они также требовали большого расхода памяти и большого числа вычислений. Большим недостатком лучевых и волновых алгоритмов является необходимость дотрассировки, а также случаи, когда эти алгоритмы дают неверное решение.

Наиболее оптимальным в данный момент является применение генетических алгоритмов с методом канальной трассировки для решения подобных задач. Для улучшения результата генетических алгоритмов целесообразно применять так называемые эволюционные стратегии, например, передавать в следующее поколение только положительные

мутации. Оптимизация и улучшение генетический алгоритмов позволит сильно уменьшить затраты на трассировку больших плат.

Принцип канальной трассировки строится на уменьшении размера канала и длины магистралей, проложенных внутри канала. Каждая цепь, т.е. соединение контактов, представлена как одиночный горизонтальный сегмент с несколькими вертикальными сегментами, которые соединяют горизонтальный сегмент с контактами цепи. Горизонтальные сегменты располагаются в одном слое, вертикальные - в другом. Соединения между горизонтальными и вертикальными сегментами делаются через переходные отверстия. Основной задачей канальной трассировки является минимизация числа переходных отверстий, а также суммарной длины магистралей.

DATA VAULT КАК СПОСОБ ОРГАНИЗАЦИИ ХРАНИЛИЩ ДАННЫХ

А.В. Свирновский

Научный руководитель – Алексеев В.Ф.

канд. техн. наук, доцент

**Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники**

Для большинства компаний важным является накопление различных данных которые получены в процессе работы. Часто данные приходят из различных источников – структурированные и не очень, иногда в режиме реального времени, а иногда они доступны в строго определенные периоды. Все это разнообразие нужно структурированно хранить, чтобы потом успешно анализировать, готовить отчеты, вовремя замечать какие-то аномалии [1, 2]. Для этих целей проектируется хранилище данных.

Существует несколько подходов к построению такого универсального хранилища, которые помогают архитектору избежать распространенных проблем, а самое главное обеспечить должный уровень гибкости и расширяемости. Автором предлагается один из таких подходов.

Data Vault – гибридный подход, объединивший достоинства схемы «звезды» и третьей нормальной формы.

Data Vault состоит из трех основных компонентов – Хаб, Ссылка и Сателлит.

Хаб – основное представление сущности (Клиент, Продукт, Заказ) с позиции бизнеса. Таблица-Хаб содержит одно или несколько полей, отражающих сущность в понятиях бизнеса. В совокупности эти поля называются «бизнес ключ». Идеальный кандидат на звание бизнес-ключа это ИНН организации или VIN номер автомобиля, а сгенерированный системой ID будет наихудшим вариантом. Бизнес ключ всегда должен быть уникальным и неизменным.

Хаб так же содержит мета-поля load timestamp и record source, в которых хранятся время первоначальной загрузки сущности в хранилище и ее источник (название системы, базы или файла, откуда данные были загружены). В качестве первичного ключа Хаба рекомендуется использовать MD5 или SHA-1 хеш от бизнес ключа. Пример таблиц-Хабов представлен на рисунке 1.

hub_order	
order_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
order_number	varchar

hub_product	
product_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
product_code	varchar

Рисунок 1 – Таблицы-Хаб

Таблицы-Ссылки связывают несколько хабов связью многие-ко-многим. Она содержит те же метаданные, что и Хаб. Ссылка может быть связана с другой Ссылкой, но такой подход создает проблемы при загрузке, так что лучше выделить одну из Ссылок в отдельный Хаб. Пример таблицы-Ссылки представлен на рисунке 2.

hub_order	
order_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
order_number	varchar

link_line_item	
line_item_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
order_hash_key	binary
product_hash_key	binary

hub_product	
product_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
product_code	varchar

Рисунок 2 – Таблица-Ссылка

Все описательные атрибуты Хаба или Ссылки (контекст) помещаются в таблицы-Сателлиты. Помимо контекста Сателлит содержит стандартный набор метаданных (load timestamp и record source) и один и только один ключ «родителя». В Сателлитах можно без проблем хранить историю изменения контекста, каждый раз добавляя новую запись при обновлении контекста в системе-источнике. Для упрощения процесса обновления большого сателлита в таблицу можно добавить поле hash diff: MD5 или SHA-1 хеш от всех его описательных атрибутов. Пример таблиц-сателлит представлено на рисунке 3.

sat_order	
order_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
customer_comment	text
created_at	timestamp
updated_at	timestamp

sat_line_item	
line_item_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
quantity	float
created_at	timestamp

sat_product	
product_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
name	varchar
description	varchar
created_at	timestamp
updated_at	timestamp
disabled_at	timestamp

hub_order	
order_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
order_number	varchar

link_line_item	
line_item_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
order_hash_key	binary
product_hash_key	binary

hub_product	
product_hash_key	binary
load_date	timestamp
record_source	varchar
product_code	varchar

Рисунок 3 – Таблицы-Сателлиты

Для Хаба или Ссылки может быть сколь угодно Сателлитов, обычно контекст разбивается по частоте обновления. Контекст из разных систем-источников принято класть в отдельные Сателлиты.

Библиографический список

1. Bluesoft [Электронный ресурс]: база данных. – Режим доступа: <https://bluesoft.com/en/data-vault-architecture-2/>. – Дата доступа: 10.10.2019.
2. Inmon W.H., Linstedt D. Data Architecture: A Primer for the Data Scientist: Big Data, Data Warehouse and Data Vault – Elsevier, 2015. — 342 p.

**РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ПРЕДПРИЯТИЯ**

А.А. Манакин, С.В. Засимов

Научный руководитель – Корячко В.П.

д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

В современном мире практически во всех сферах деятельности человека интенсивно используются информационные технологии. Под давлением активно развивающихся технологий происходит внедрение информационных систем в те области, где они не используются или слабо развиты. Такое внедрение позволяет уменьшить время на обработку данных, сократить финансовые затраты и увеличить производительность труда.

Под информационной системой понимают предназначенную для хранения, поиска и обработки информации совокупность средств, методов, а также технических и человеческих ресурсов.

Основным назначением любой информационной системы является удовлетворение определенных информационных потребностей в рамках конкретной предметной области.

Благодаря повсеместному использованию компьютеров стало возможным создание автоматизированных информационных систем, позволяющих предложить основную деятельность по работе с информацией на технические средства.

Под автоматизированной информационной системой принято понимать совокупность информационных массивов, технических, программных и языковых средств, предназначенных для сбора, хранения, поиска, обработки и выдачи данных по запросам пользователей.

Автоматизация учета средств измерений и контроля метрологических процедур представляет актуальную проблему для многих предприятий и организаций в различных областях, таких как промышленность, медицина или наука.

Для достижения цели определены следующие задачи:

- Автоматизировать учет средств измерений;
- Автоматизировать ведение журналов метрологических процедур (поверок, калибровок) и ремонта;
- Автоматизировать формирование отчетности и документации;
- Автоматизировать контроль над своевременным прохождением поверок средствами измерений.

Библиографический список

1. Ипатова, Э. Р. Методологии и технологии системного проектирования информационных систем / Э.Р. Ипатова, Ю.В. Ипатов. - М.: Флинта, 2016;

2. Лихолетов В.В. Системный анализ и проектирование систем управления: Учебное пособие.

РАЗРАБОТКА УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭВРИСТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА КОМПОНОВКИ УЗЛОВ ЭЛЕКТРОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СРЕДСТВ.

Н.С. Лебедева, Ф.В. Машков

Научный руководитель – Сапрыкин А.Н.

к.т.н., доцент

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

До недавнего времени наибольшее внимание в рамках автоматизированных систем проектирования было уделено двум основным задачам технического проектирования – это размещение элементов и отслеживание связей между структурными элементами. Однако сейчас все более важной задачей становится именно компоновка, под которой понимается определение компонентов конструктивных узлов каждого уровня иерархии. Наибольший интерес данная задача представляет при проектировании больших интегральных схем, типовых элементов замены, машин третьего и четвертого поколений.

В машинах первых поколений компоновка не вызывала серьёзных сложностей в связи с хорошей мощностью дискретных элементов, это в свою очередь позволяло просто решать проблему внешних соединений, так как не было особых ограничений на их длину. К тому же не было возможности формировать большие блоки из-за тепловых ограничений, значительных объемов дискретных элементов и условий механической прочности печатных плат, также у блоков имелось большое число внешних выводов на каждый логический «вентиль».

После внедрения интегральных схем задача компоновки стала гораздо сложнее. Увеличилась функциональная сложность блоков из-за повышения надёжности систем и уменьшения габаритов интегральных компонентов. Качество компоновки стало напрямую зависеть от ограничений длины соединений. И автоматизация на этом этапе проектирования становится актуальной.

Алгоритмы, построенные на основе существующих методов компоновки не универсальны, предназначены для конкретного круга задач. Не все из них достаточно полно учитывают требования последующих задач конструкторского проектирования и не все обладают быстроедействием. Каждые из них имеют и преимущества, и недостатки.

Эвристический алгоритм наиболее подходит для решения нашей задачи. Термин эвристика используется для алгоритмов, которые находят решения среди всех возможных, но они не гарантируют, что будет найдено лучшее, поэтому они могут рассматриваться как приближительные и не точные алгоритмы. Эти алгоритмы обычно находят решение, близкое к лучшему, к тому же находят достаточно быстро и легко, потому что не осуществляют полный перебор вариантов. Иногда эвристические алгоритмы могут быть точными, то есть они на самом деле находят лучшее решение.

Библиографический список

1. Колосов В.Г., Мелехин В.Ф. Проектирование узлов и систем автоматики и вычислительной техники: учеб. пособие для вузов. – М.: Радио и связь, 1983. – 256 с.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОРГАНИЗАЦИИ СТРУКТУРИРОВАННОГО ХРАНЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КОНФИГУРАЦИИ

О.В. Крылова

Научный руководитель – Белов В.В.

д-р техн. наук, профессор

Рязанский государственный радиотехнический университет имени В.Ф. Уткина

Одной из особенностей доработки типовых конфигураций является схожесть требуемых для различных организаций, работающих в определенной сфере, объектов конфигурации (отчетов, обработок и документов). Аналогичные отчеты, обработки и документы рационально разрабатывать не заново, а используя ранее разработанные решения для данной сферы деятельности.

Эффективное хранение разработанных объектов конфигурации предоставляет организации возможность облегчить работу программистов, способствует повышению эффективности их работы, позволяет выполнить заказанные доработки в установленные договором сроки и ввести доработки в эксплуатацию в кратчайшие сроки. Кроме того, удобная система хранения позволит специалисту по сопровождению программного продукта ориентироваться во внесенных в конфигурацию изменениях и оперативно ответить на поступивший вопрос пользователя. На основании вышеизложенного разработка программы для структурированного хранения разработок является актуальной.

Программное обеспечение разрабатывалось на платформе 1С: Предприятие 8.3 под операционные системы Windows 7/8/8.1/10 написанием программного кода на встроенном языке. Выбор данной платформы обусловлен ее большим удобством и скоростью разработки по сравнению с типовыми СУБД за счет интеграции в себе СУБД и среды программирования, предметной ориентированности платформы.

Разработанное приложение систематизирует и организует хранение ранее выполненных доработок. Оно позволяет отображать наименование решения, для которого выполнена доработка; вид объекта конфигурации; тип организации, для которой велась разработка; имя разработчика; дату завершения работы над объектом; комментарии; версию; структурировать объекты по типовым решениям, по сферам деятельности, по типу операции, которую разработка автоматизирует (например, учет больничных, расчет отпускных и т.д.). Также существует возможность написания краткого описания (комментария) к добавленному в базу объекту и поиска в базе объектов по перечисленным полям.

Благодаря широким возможностям конфигурируемости, которые имеет разработанный программный продукт, конфигурация может быть легко доработана, если появятся новые потребности в систематизации хранения разработанных организацией объектов метаданных.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ПРИОБРЕТЕНИЯ ТОВАРОВ НАРОДНОГО ПОТРЕБЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СЕРВИСОВ ПОЧТЫ РОССИИ

М. А. Клепиков, А. Н. Пылькин

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

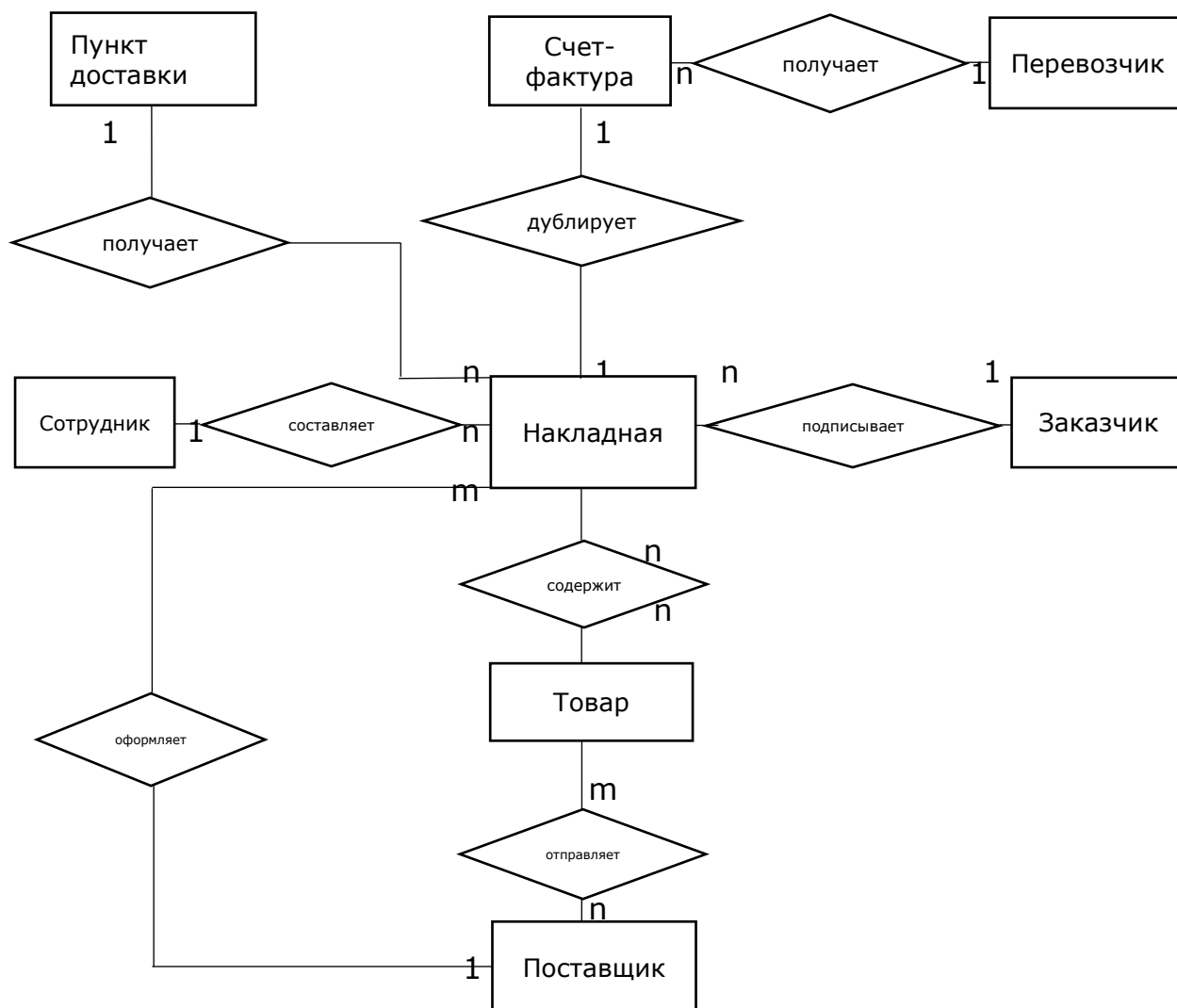
В докладе рассматриваются проблемы, связанные с распределением товаров народного потребления в Рязанской области.

В процессе приобретения повседневных товаров граждане обращаются к средствам обеспечения удобных и доступных услуг. Сеть организаций Почты России и взаимодействие с этими сервисами простых жителей способствует привлекательности приобретения товаров народного потребления через отделения почты. В рязанской области такого рода услуги активно развиваются и охватывают все новые и новые районы и поселения.

ФГУП «Почта России» занимается приёмом, транспортировкой и выдачей почтовых отправлений, а также продажей товаров народного потребления и другими видами финансовыми услуг как для частных, так и для юридических лиц. [1] Всего в Рязанской области существует 10 почтамтов: Рязанский, Спасский, Касимовский, Сасовский, Шиловский, Шацкий, Михайловский, Скопинский, Сараевский и Ряжский.

Структура Почты России имеет ярко выраженную иерархическую структуру, распределенную территориально. Для организации предоставления услуг целесообразно использовать средства и технологии распределенной обработки информации. С этой точки зрения необходима обработка данных с использованием современных высокотехнологических систем управления базами данных (СУБД) с применением клиент-серверных технологий. В рамках научно-исследовательской работы была разработана и реализована база данных для автоматизации функционирования подразделений ФГУП «Почта России» по Рязанской области.

В базе данных хранится информация, необходимая для взаимодействия работников почтовых отделений с пользовательскими системами, осуществляющими заказы на приобретение товаров народного потребления. СУБД хранит данные о заказчике, перевозках, товаре, заказе. С целью расширения возможностей отслеживания движения товаров в базу данных добавлена сущность «Пункт доставки». Это позволяет расширить круг лиц, которые могут отслеживать движение товаров. На рисунке приведена ER-диаграмма базы данных, реализующая указанные сущности.



База данных имеет достаточно простую структуру и реализована на СУБД Microsoft Office Access [2]. Для реализации системы требуется персональные компьютеры со стандартными характеристиками:

- 32- или 64-разрядный процессор с тактовой частотой 1 ГГц;
- Windows 7 или более поздняя версия;
- видеоадаптер, поддерживающий DirectX 10;
- DDR3 не менее 1 гб;
- 3 ГБ свободного места на диске.

В настоящее время система находится в пробной эксплуатации [3], по завершению которой будут уточнены реализуемые сервисы и используемые формы для реализации данных.

Библиографический список

1. Почта России Рязань – адрес, телефон, режим работы [Электронный ресурс]. – режим доступа: <https://www-pochta.ru/ryazan>. Дата обращения 10.10.2019.
2. Проектирование баз данных. СУБД Microsoft Access: Учебное пособие для вузов / Н. Н. Гриченко, Е. В. Гусев, Н. П. Макаров, А. Н. Пылькин, Н. И. Цуканова. 2-е изд., стереотип. – М.: Горячая линия-Телеком, 2015. – 240с.: ил.
3. Математическое и программное обеспечение вычислительных систем: Межвуз. сб. науч. тр./ Под ред. А. Н. Пылькина – Рязань (РГРТУ), июнь 2019. – 120 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМА ОЦЕНИВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ДИСКРЕТНОГО КАНАЛА СВЯЗИ

Гаврилов А.Н., Колдаева К.С.

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

Современные телекоммуникационные системы используют линии связи различной физической природы. При этом формируется неоднородная среда, характеризующаяся разной эффективностью процесса передачи данных. Изменения в среде передачи данных происходят случайным образом, что приводит к нестационарности потоков ошибок, возникающих в образующемся дискретном канале связи. В этих условиях предпочтительно использовать адаптивные протоколы передачи данных, изменяющие свои параметры и структуры в зависимости от текущего состояния дискретного канала связи.

Чтобы обеспечить адаптивное управление передачей данных необходимо осуществлять непрерывный оперативный контроль канала связи. Для этого используются различные процедуры оценивания состояния дискретного канала. От оперативности и надежности получаемых оценок зависит качество связи.

Известна процедура оценивания вероятности искажения двоичного символа в регулярно передаваемых тестовых последовательностях, которая не отличается оперативностью контроля. Кроме того, в условиях реального функционирования канала связи отсутствует информация о действительном изменении состояния канала, и считается, что канал находится в некотором квазистационарном состоянии. Переходы канала из одного квазистационарного состояния в другое, сопровождаются динамическими ошибками, что также снижает достоверность оценивания.

Более эффективными представляются процедуры, основанные на контроле блоков, передаваемых данных с помощью кодов, обнаруживающих ошибки [1]. Причем, более предпочтительной, с точки зрения реализации, представляется процедура на основе рекурсивного фильтра первого порядка [1,2], исследованию возможностей которой и проведено в данной работе.

Для проведения исследования такой процедуры разработана модель, выполненная в подсистеме Simulink системы математических расчетов MATLAB, с использованием модулей пакета Communication. В результате статистического моделирования получены зависимости оценок вероятности ошибок от параметров исследуемой процедуры при различных состояниях канала.

Полученные результаты моделирования подтверждают эффективность рассмотренной процедуры и позволяют дать рекомендации по ее использованию на каналах с изменяющейся интенсивностью ошибок.

Библиографический список

1. А.Н. Гаврилов, В.Н. Карпов, Л.П. Коричнев, Ю.М. Коршунов, А.И. Пылькин. Устройство для приема дискретной информации, закодированной корректирующим кодом. А.С. № 1462492, Б.И. № 8, 1989.
2. Ю. М. Коршунов, А. И. Бобиков, И. А. Вакарин, В. Н. Степаненко, А.И. Степашкин. Расчёт и проектирование цифровых сглаживающих и преобразующих устройств. Под ред. Ю.М. Коршунова. М., «Энергия», 1976. - 336 с. с ил.

**РАЗРАБОТКА БАЗОВОЙ НЕСУЩЕЙ КОНСТРУКЦИИ
РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ СЕРИИ 482,6 ММ (19 дюймов)**

Д.С. Панинская

Научный руководитель – Сускин В.В.,

д.т.н., профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

Рассматривается построение базовых несущих конструкций (БНК) аппаратуры предприятия по стандарту «Единство» и переход на международный стандарт «Евромеханика».

Существующая аппаратура по стандарту «Единство» имеет в своей основе следующую схему построения: ячейка – блок – выдвижная стойка – шкаф для выдвижной стойки. В аппаратуре по стандарту «Евромеханика» предлагается использовать трехуровневую схему построения: ячейка – блок – шкаф. Такая схема построения позволит совмещать при необходимости аппаратуру АО «РКБ «Глобус» с устройствами других производителей, использующих метрические и дюймовые стандарты в одних несущих конструкциях.

По стандарту «Евромеханика» корпуса аппаратуры, рассчитаны на установку в 19" шкафы. Использование «дюймовых» стандартов делает аппаратуру более востребованной зарубежными заказчиками. 19-дюймовый стандарт – это стандартизованный шкаф для модульной установки различного оборудования, в основном электронного. Каждый 19" модуль имеет ширину 19 дюймов (482,6 миллиметров), включая края и выступы для крепления модуля к раме стойки или шкафа винтами. Высота устанавливаемого оборудования (модулей) также стандартизована и измеряется шагом в 1,75 дюймов (44,45 мм) или один юнит – 1U.

В БНК «Единство» автоматизированная система контроля (АСК) «ОКА» конструктивно выполнена на единой платформе, на которую смонтированы все составные части конструкции: БНКЗ корпус шкафа с одной стойкой с несколькими блоками электронных модулей, распределительная панель, устройство – распределитель ресурсов, РМО (рабочее место оператора) с ПЭВМ и устройством документирования, пульт управления.

Вариант аппаратуры АСК в БНК «Евромеханика» будет представлять собой шкаф из алюминиевого профиля. В аппаратуру входят блоки с электронными модулями (6U), устройство документирования, источник питания, пульт управления и блок вентиляторов (2U). Рабочее место оператора представляет собой выдвижную полку с ноутбуком. Коммутирующее устройство крепится к правой стороне стойки между блоками.

Проведено сравнение БНК по основным критериям: объем, масса, трудоемкость изготовления. Меньшие объем, масса и трудоемкость показывают преимущество аппаратуры с БНК «Евромеханика» по сравнению с аппаратурой в БНК «Единство».

Библиографический список

1. Освищер «Несущие конструкции радиоэлектронной аппаратуры», 1988 г., с.224-246;
2. 66-я Студенческая научно-техническая конференция Рязанского государственного университета, 2019 г., с. 25-26.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДЕТЕКТОРОВ ОСОБЫХ ТОЧЕК ИЗОБРАЖЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ МЕШАЮЩИХ ФАКТОРОВ

П.С. Покровский, А.А. Бауков

Научный руководитель – Кириллов С.Н.

д-р техн. наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В.Ф. Уткина**

На видеоизображениях, передаваемых по системам связи, часто содержатся атмосферные осадки (дождь, снег, град), которые приводят к значительному ухудшению видимости объектов на обрабатываемых видео. Многие известные алгоритмы обнаружения и устранения частиц осадков на видеоданных содержат этап порогового сравнения последовательных кадров [1, 2]. Выполнение данного этапа не позволяет правильно обнаруживать пиксели осадков на видеоизображениях, полученных при движении камеры, поскольку в таком случае все пиксели сцены смещаются относительно своего положения на предыдущем кадре. Таким образом, данные алгоритмы демонстрируют хороший результат только при обработке видеопоследовательностей статичных камер.

Решение ряда задач предполагает необходимость в обработке видеоизображений, переданных с камер подвижных объектов, например, беспилотных летательных аппаратов или робототехнических комплексов. При использовании алгоритмов устранения частиц осадков для обработки подобных видео представляется целесообразным геометрическое совмещение двух последовательных кадров, участвующих в процедуре порогового сравнения. Это позволит скомпенсировать движение камеры и обнаружить в результате сравнения кадров подвижные объекты, из которых затем несложно выделить пиксели осадков.

Одним из этапов алгоритмов геометрического совмещения изображений является обнаружение особых точек. В настоящее время известно множество детекторов особых точек, реализующие различные подходы, работающие с разной скоростью и инвариантностью к изменениям. Для повышения точности совмещения последовательных кадров и правильности обнаружения частиц осадков необходимо, чтобы как можно меньшее количество обнаруженных особых точек было связано с этими частицами. При этом ввиду необходимости работы алгоритма устранения мешающих частиц в режиме реального времени, важной характеристикой детектора является скорость работы. Таким образом, проведение сравнительного анализа детекторов особых точек необходимо осуществить по критерию наибольшей инвариантности к атмосферным осадкам при максимальной скорости работы.

Для сравнения выбраны методы, широко использующиеся в настоящее время: детектор углов Харриса, детектор углов Features from Accelerated Segment Test (FAST), детектор углов Shi-Tomasi (MinEigen), детектор особых точек Binary Robust Invariant Scalable Keypoints (BRISK), детектор особых точек Speeded up Robust Features (SURF), детектор особых точек KAZE [3]. В процессе экспериментального сравнения данных методов использованы кадры видеоизображений двух типов, записанные подвижными камерами: эталонное (без частиц осадков) и искаженное (эталонное видео с смоделированными осадками двух видов: дождь средней интенсивности и ливень). Для каждого детектора рассчитан коэффициент инвариантности

(КИ), определяемый как среднее значение отношения количества одинаковых из 100 наиболее выраженных особых точек на соответствующих кадрах эталонных и искаженных видеоизображениях к общему числу учитываемых особых точек кадра, которое в данном эксперименте принято равным 100. Также определено среднее время обработки детектором одного кадра размером 1280x720. Сравнение проведено в среде MATLAB на компьютере со следующими характеристиками: процессор Intel Core i5-3550 3,3 ГГц, оперативная память 8 ГБ. Результаты эксперимента приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты сравнения детекторов особых точек

Детектор	Дождь средней интенсивности		Ливень	
	КИ	Время, с	КИ	Время, с
Харриса	0,918	0,112	0,798	0,112
FAST	0,939	0,004	0,87	0,004
Shi-Tomasi	0,901	0,113	0,784	0,113
BRISK	0,871	0,206	0,755	0,207
SURF	0,7	0,058	0,501	0,058
KAZE	0,798	0,427	0,647	0,419

Из анализа таблицы 1 следует, что наиболее инвариантным к атмосферным осадкам в виде дождя различной интенсивности является детектор FAST, при использовании которого лишь 6 – 13 % наиболее выраженных особых точек связаны с присутствием осадков на видеоизображении. Далее в сравнении по данному показателю следуют детекторы Харриса, Shi-Tomasi и BRISK. Низкую инвариантность демонстрируют методы KAZE и SURF, в результате работы которых доля особых точек, связанных с появлением в кадре дождя, составляет 20 – 50 %. Самым быстрым из рассмотренных детекторов является метод FAST, который тратит на обработку одного кадра в 14,5 – 107 раз меньше времени по сравнению с другими подходами.

Таким образом, детектор FAST является наилучшим из рассмотренных по показателям скорости и инвариантности к частицам осадков.

Опубликованные результаты получены в рамках государственного задания № 8.8445.2017/БЧ Минобрнауки на 2017-2019 гг. высшим учебным заведениям и научным организациям в сфере научной деятельности.

Библиографический список

1. Garg K., Nayar S.K. Vision and rain // International Journal of Computer Vision. 2007. Vol. 75(1). P. 3–27.
2. Bossu J., Hautiere N., Tarel J.-P. Rain or Snow Detection in Image Sequences through use of a Histogram of Orientation of Streaks // International Journal of Computer Vision. 2011. Vol. 93. P. 348-367.
3. Макаров А.С., Болсуновская М.В. Сравнительный анализ методов обнаружения особых точек на изображениях при различных уровнях освещения // Научно-технические ведомости СПбГПУ. Информатика. Телекоммуникации. Управление. 2018. Т. 11. № 2. С. 7-18. DOI: 10.18721/JCSTCS.11201.

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ САЙТА ИНТЕРНЕТ МАГАЗИНА

А.В. Михина

Научный руководитель – Строев.В.М.

к.т.н., доцент

Тамбовский государственный технический университет

Интернет-магазин имеет ряд неоспоримых преимуществ в сравнении с обычной торговой точкой.

Во-первых, ассортимент. Он не ограничен торговой площадью, размерами торгового оборудования и необходимостью закупки товара, его надлежащего хранения и обслуживания. Всегда есть возможность предложить эксклюзивный товар, который отсутствует даже в крупных магазинах из-за низкой оборачиваемости [1].

Во-вторых стоимость товаров. Главная составляющая конечной стоимости товара – это расходы продавца, связанные с продажей товара: аренда торговых и складских площадей, заработная плата персонала, реклама. Интернет-магазин позволяет экономить на этих немаловажных факторах.

В-третьих, доступность интернет-магазина. Для потенциального покупателя нет необходимости ехать в другой конец города, нередко – другой город, и выбирать товары в разных магазинах. Это можно сделать, не выходя из дома, в обеденный перерыв или сидя в поезде. Главный фактор – наличие доступа к сети интернет. А развитая курьерская служба оперативно доставит выбранные товары к адресату.

Все эти факторы присущи любому грамотно составленному интернет-магазину, а потому в полной мере применимы и к рынку медицинского оборудования.

Для создания интернет-магазина в современном мире не обязательно быть программистом. Достаточно широко распространены различные платформы для создания типовых сайтов (так называемые «конструкторы» сайтов), которые позволяют сделать ваш сайт максимально уникальным и при этом функциональным и презентабельным.

Интернет-магазин был разработан в среде «wix.com» - это международная облачная платформа для создания и развития интернет-проектов, которая позволяет конструировать сайты и их мобильные версии на HTML5 с помощью инструментов drag-and-drop [2].

Прежде всего внимание следует уделить структуре сайта. Структура сайта – это связь документов, принадлежащих ему, между собой, определенная система взаимного расположения веб-страниц и разделов, логичный способ их связи. Правильная структура позволит поисковым роботам быстро совершать обход ресурса, а посетителям легко перемещаться между его страницами. И поисковик, и человек, не должны долго путешествовать в поисках нужной информации. Потерявший терпение человек просто покинет ресурс, а поисковик не сможет проиндексировать все важные страницы.

Рассмотрим особенности разработки сайта интернет-магазина на примере продажи аппаратов искусственной вентиляции легких (ИВЛ). Сайт интернет-магазина имеет 14 страниц: «Главная», «Каталог продукции», «О компании», «Новости», «Сертификаты», «Партнёры», «Оплата», «Доставка», «Акции», «Сервис и ремонт», «Гарантия», «Вакансии», «Отзывы», «Контакты».

Главная страница сайта имеет анимированное содержимое, а также на ней находится карта с расположением фирмы и форма, для того что бы подписаться на новости интернет – магазина.

Для удобного и быстрого поиска интересующих покупателя товаров хедере расположены поисковая строка контакты и время работы организации, вход в личный кабинет, значок корзины, меню со всеми страницами сайта. Для оформления заказа требуется зарегистрироваться, если заказ делается впервые, или авторизоваться, если регистрация уже пройдена.

Следующим пунктом меню является непосредственно страница с каталогом продукции.

При наведении курсора указателя на любой аппарат появляется кнопка быстрого просмотра. Нажав на нее, откроется окно, в котором можно увидеть стоимость, добавить в корзину или посмотреть подробную информацию о товаре.

Сайт должен иметь вкладки: «Оплата»- содержит информацию о способах оплаты, «Доставка» - информация о способах получения товара, «Сервис и ремонт» - о гарантийном и послегарантийном обслуживании и ремонте, что для медицинского оборудования является немаловажным аспектом, «Корзина» - содержит информацию о выбранных покупателем товарах.

Для удобства обратной связи с покупателями интернет-магазин имеет раздел «Отзывы и пожелания», благодаря которому продавец может улучшить свой сайт на основе отзывов и предложений покупателей. Для увеличения продаж магазина проводят различные акции и скидки на товары, все это должно быть отображено на сайте в отдельной вкладке, а самое интересное предложение будет не лишним расположить на главной странице интернет-магазина.

Каждый покупатель хочет быть уверен в качестве покупаемого товара, поэтому сайт обязательно должен содержать вкладку с описанием условий гарантии на приобретаемый товар или услугу, на подтверждающие качество сертификаты, если таковые имеются.

Таким образом, при разработке сайта интернет-магазина необходимо учитывать ряд важных аспектов, с которыми сталкивается владелец и разработчик. Грамотное оформление сайта и своевременная актуализация информации являются основным звеном в достижении эффективности в работе с информационным ресурсом.

Библиографический список

1. Современные тенденции развития рынка медицинских информационных систем /С. В. Фролов, С. Н. Маковеев, С. В. Семенова, С. Г. Фареев // Вестник Тамбовского государственного технического университета. – 2010. – Т. 16, № 2. – С. 266 – 272.

2. Фролова Т.А., Лядов М.А. Разработка сайта Интернет-магазина по продаже медицинских изделий. Методические указания. Учебное пособие. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО "ТГТУ", 2016. - 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM), 2016

МЕТОДЫ И МОДЕЛИ ПОДДЕРЖАНИЯ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

А.А. Матюхин

Научный руководитель – Корячко В.П,
д-р технических наук, профессор

**Рязанский государственный радиотехнический университет
имени В. Ф. Уткина**

Понятие «интеллектуальный анализ данных» (ИАД) представляет собой трансформацию англоязычного термина «Data Mining» - раскопка, разработка данных. Изначально Data Mining определяется как направление в информационных технологиях, включающее «методы обнаружения в данных ранее неизвестных, нетривиальных, практически полезных и доступных интерпретаций знаний, необходимых для принятия решений в различных сферах человеческой деятельности» [2].

Традиционно большинство задач анализа данных решалось в рамках прикладной статистики. Но с внедрением интеллектуальных систем на предприятиях и в организациях для автоматизации бизнес процессов, началось накопление больших массивов данных. Но при расшифровке этих данных возникли проблемы. В связи с этим, авторы концепции ИАД, выделили две задачи для решения:

- Максимально автоматизировать процесс извлечения из данных скрытых зависимостей, закономерностей и структур;
- Разработать методы, которые были бы понятны и просты в использовании даже людям, не имеющим специального математического образования.

Первая задача решилась использованием машинного обучения – обширного раздела искусственного интеллекта, использующего алгоритмы и методы математической статистики, теории информации, теории множеств, численной оптимизации и дискретного анализа для решения базовых задач анализа данных.

Для решения второй задачи был сделан упор на использование эвристических моделей, алгоритмы и методы построения которых математически не обоснованы, но позволяют получить приемлемое решение задачи в большинстве случаев.

ИАД имеет дело со структурированными данными, представленными в виде таблицы с типизированными полями, где каждое поле имеет уникальное имя. Если исходные данные не структурированы, то для анализа они непригодны, и требуют структуризации.

Так же проблемой ИАД может являться то, что анализируемые данные изначально находятся в различных источниках, и представлены в разных форматах.

ИАД следует рассматривать как методологию, руководствуясь положениями которой, аналитик разрабатывает сценарии работы с данными, позволяющие сделать процесс извлечения данных из них наиболее эффективным [1].

Библиографический список

1. Интеллектуальные системы и нечеткая логика [текст]: учебник/ В.П. Корячко, М.А. Бакулева, В.И. Орешков. – М.: КУРС, 2017. -352с.
2. Encyclopedia of Data Warehousing and Mining/Wang J. (ed.) – Idea Group Inc., 2006. – P.1348.

СОДЕРЖАНИЕ

ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

Н.А. Егошкин. Высокоточная геометрическая обработка информации от современных систем зондирования земли из космоса	3
А.И. Арустамов. Принципы автоматизации процессов поддержки принятия управленческих решений на основе платформ бизнес-аналитики	6

Секция 1

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

И.С. Лебедева, И.А. Музюкин. Обоснование математической модели автоматизированного распределения вакансий на основе компетентностного подхода	9
И.В. Медведкова. Применение нотаций моделирования при проектировании экспертной системы сейсмотехнологического контроля промышленных объектов	11
Д.А. Ковтун. Применение метода МОНТЕ-КАРЛО в управлении информационными рисками международных проектов ядерной энергетики	13
А.В. Лебедева. Моделирование реакции на риски в проектах по разработке программного обеспечения с использованием аппарата нейронной сети	15
Д.С. Савин. Применение PTV VISSIM для устранения дорожных заторов	17
М. А. Лащилин. Разработка программного обеспечения для исследования алгоритмов обработки строк	18
Т.А. Дмитриева, Е.С. Колунатова. Интерфейс программного средства импорта данных в документ планирования бюджетирования	19
Т.А. Дмитриева, Д.А. Палагин. Тестирование разработанного программного средства для обучения основам алгоритмических языков программирования	21
И.С. Федюкин. Проектирование и разработка концепта программного комплекса для автоматизации проверки качества лабораторных работ	23
С.Г. Комаров. Интеллектуальная система обучения иностранному языку с использованием виртуального собеседника.....	24
А.В. Маркелов. Адаптивное мобильное приложение-ассистент для ведения здорового образа жизни	25
Е.В. Сидорова. Интеллектуальная автоматизированная система прогнозирования дорожно-транспортных происшествий	27
Т.А. Бетина. Автоматизация психологического анализа взаимосвязи мотивации и агрессии учащихся вузов	28
Н.А. Тярт. Особенности реализации программного обеспечения для офтальмологических исследований на мобильных устройствах	30
Е.И. Полоско, А.С. Дроздовский. Моделирование взаимосвязи успешности обучения в вузе и результатов централизованного тестирования	31
В. В. Буданова. Использование интерактивных программ тренажеров в обучающем процессе	33

К.С. Шленский. Исследование возможных способов анализа загруженности персонала в проектах по разработке программного обеспечения	34
Н.И. Стерлюкин. Способы определения недостоверной информации на новостных порталах	35
Е.А. Попова. Обзор и сравнение положений теории эффективного рынка и теории фрактального рынка	37
А.Д. Грачев. Анализ расчета эффективности использования материальных средств предприятия	38
А.Д. Грачев. Особенности алгоритма расчета себестоимости продукции в 1с бухгалтерия 8.3	39
Д.Д. Герасимов. Проектирование программного обеспечения управления потоком заявок с приоритетами	40
Н.Р. Балабанов. Проблемы обработки потокового изображения с использованием свёрточных нейронных сетей в реальном времени	42
А. В. Белякова, Л. А. Пономарева, О. Н. Ромашкова. Математическая модель оценки качества образовательного процесса	43
А. В. Белякова, Л. А. Пономарева, С. В. Чискидов. Прототип информационной системы оценки качества учебного процесса в образовательной организации	45
Жильников Т.А. Скворцова Т.С. Власенко Н.Д. Технические средства систематического учета дисциплинарной практики сотрудников УИС	46
М.А. Степанов. Аспекты расширения набора характеристик в решении задачи кластеризации временных рядов	49
Д.А. Глебов. Оптимизация процесса обучения детей с нарушениями мелкой моторики с использованием веб-сервиса	50
Соколовский В.А. Особенности разработки медицинского экзоскелета для уменьшения периода реабилитации пациента	52
А.А. Коноплев. Применение больших данных для обработки диагностической информации состояния трубопроводов	54

Секция 2

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

А.С. Ананьина. Об одной задаче с квадратичным критерием качества	57
А.С. Андреев. Построение лаговой модели зависимости валового регионального продукта от инвестиций в основной капитал	59
А.Ю. Бацева. Анализ базовых математических моделей стимулирования труда	61
И.Е. Каплина. Эконометрический анализ миграционных потоков центрального федерального округа России	62
Д.С. Смагин. Эконометрическое моделирование валового регионального продукта регионов центрального федерального округа	63
Д.В. Сударкина. Исследование панельных данных в среде MS EXSEL	65
И. П. Щукина. Факторы миграционной привлекательности регионов Российской Федерации	66
С.Д. Полянский. Решение двумерных уравнений в частных производных численными методами	68
Д.В. Калиновский. Разработка модели ионоселективного транзистора в контакте с нервной клеткой в среде COMSOL MULTIPHYSICS	70

Фам Ань Минь. Применение GERT-сетей для оценки функциональных зависимостей по ресурсам	72
Т.С. Масленникова. Эконометрический анализ земельного рынка	73
А.З. Нгуен. Применение GERT-сетей при использовании временных функциональных зависимостей	74
А.В. Евиллин. Методика оценки надёжности трансформаторов электропитания радиоаппаратуры.....	75
Н.С. Шматко. Принцип разработки методики расчета надежности печатных плат.....	77
М.А. Говрякова. Обзор статистических сборников, содержащих показатели социально-экономического развития регионов России	79
Е.И. Давыдова. Анализ факторов, влияющих на формирование рынка труда регионов России	80
Т. С. Потапова. Об исследовании динамической модели «хищник – жертва» с эффектом У.К. ОЛЛИ	81
И.А. Силантьева. Анализ источников данных федеральной службы государственной статистики для построения краткосрочного прогноза экономических показателей	83
Е. С. Чирова. Об исследованиях динамической модели САМУЭЛЬСОНА – ХИКСА.....	84

Секция 3

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

М.А. Антонов. Разработка алгоритмов распознавания радиолокационных сигналов при использовании в качестве признаков выборочных характеристических функций	85
Е.О. Каревская. Оценка объема обучающей выборки при использовании в качестве признаков распознавания стационарных сигналов выборочных характеристических функций	87
С.И. Гусев, О.В. Конова. Реализация оптимальных структур радиосистем с помощью технологий ВЧ МЭМС	89
А.А. Лисничук. Разработка процедуры многокритериального синтеза класса цифровых структурно-защищенных радиосигналов	91
А.А. Лисничук. Разработка процедуры многокритериального синтеза сигнально-кодовых конструкций на основе битового перемежения	93
Н.Е. Новичихин. Типы доплеровских спектров в многолучевых каналах	95
С.О. Алексенко. Применение скрытых марковских моделей в алгоритмах низкоскоростного кодирования речевых сигналов.....	97
И.А. Хмелев. Обзор моделей распространения радиосигналов в помещениях	99
К. В. Грибко. Разработка устройства сбора и передачи персональной кардио информации для идентификации пользователя.....	101
В.С. Бахметьев. Исследования воздействия акустических шумов и помех в канале связи на качество речи на выходе алгоритма SPEEX	103
И.В. Лукашин. Двухкритериальный синтез закона распределения мощности поднесущих частот OFDM символа при наличии частотно-селективных замираний.....	104

Якунина А.А. Радиопередатчик для формирования сигнала с произвольными видами модуляции	106
В.В. Половинкин. Пространственное кодирование в MIMO-системах передачи информации	107
М.С. Смирнов. Предложения по применению когнитивных систем в сетях широкополосного радиодоступа военного назначения.....	108
М. В. Грачев. Техническая реализация нагрузочных импедансов многоканальных приемных систем с компенсацией взаимного влияния	109
В.И. Кудряшов, А.А. Кудряшова. Особенности применения специальных средств для повышения вычислительной мощности ПЭВМ в среде MATLAB	111
П.Н. Сконников. Сравнительный анализ показателей качества комплексирования изображений видимого и инфракрасного диапазонов для систем дистанционного управления объектами	113
П.А. Пимушин. Модели распространения сигналов на открытом пространстве	114
Л. В. Аронов. Шумовые характеристики подводного открытого оптического канала передачи информации	116
В.Т. Дмитриев, Л.Л. Кузнецов. Реализация алгоритма кодирования речевых сигналов CODEC2 на основе представления Хургина-Яковлева	117
И.А. Сафронов. Анализ модификаций кодека telр на устойчивость к помехам в канале связи.....	118
А.Э. Яковлев. Исследование эффективности передачи информации в системах MASSIVE MIMO.....	119
К.А.Рыбаков. Сравнительный анализ пропускной способности MIMO Модемов IOT.....	120
С.В. Лапкин. Энергоэффективность радиотракта системы передачи информации в системах IOT	122
Е.В. Васильев, А.А. Степанов. Применение широкополосных зондирующих сигналов в акустических локаторах	123
И.А. Слободяник, А.В. Сафонова. Исследование быстрогодействия автокомпенсатора помехи с корреляционной обратной связью при активной шумовой помехи	124

Секция 4

ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ И ПРОГРАММНО-ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

А.В. Бакулев, М.А. Бакулева. Интеграция промежуточного слоя на архитектуру обработки распределенных потоков	126
В.А. Смирнов, С.С. Ющенко. К вопросу о моделировании трещиноватости пород.....	128
В.В. Ромашкова. Учет наукометрических показателей учебного или научного учреждения	130
И.В. Староверов. Разработка информационной системы хранения и размещения интернет ссылок	131
И. И. Сураков. Макрос отслеживания сроков ремонта оборудования в MS EXCEL.....	132

Я. Д. Минаев. Программа для расчета показателей разработки при совместном водогазовом воздействии	133
А.И. Черняк, С.А. Поттосина. Процедура качественной оценки потенциальных рисков IT-проектов	134
М.М. Еремин. Распознавание текста с помощью TESSERACT	136
С.В. Гурский, В.К. Ли. Методика исследования шероховатости поверхности тонкопленочных солнечных элементов на основе профилометра TALYSTEP	138
В.Т. Лэ, С.С. Дик. Подход к оценке надёжности разрабатываемых программных средств	140
В.Т. Лэ, С.С. Дик. Об оценке надёжности прикладного программного обеспечения на ранних этапах его проектирования	142
А.В. Пудова. Обзор алгоритмов на графах для решения задач в сфере территориального планирования	144
А.Ю. Игнатъев. Использование датчиков мобильных устройств в веб-приложениях	145
А.П. Горбач, Е.В. Хуторная. Сравнительный анализ моделирования целостности сигналов в ALTIUM DESIGNER и HYPERLYNX	147
И.А. Музюкин, И.Г. Осин. Обоснование применение генетического алгоритма к задаче компоновки блоков ЭВС	149
И.А. Музюкин, И.Г. Осин. Применение виртуализации и планирования задач управления машинами в ПКС	150
И.А. Музюкин, А.Н. Сапрыкин. Переход от коммутационной схемы к математической модели для решения задачи компоновки	151
А.И. Николаев. Визуальный подход при разработке параллельных программ	152
М.А. Жиленко. Сегментация стейкхолдеров	154
Л.А. Горохова. Создание веб-сайта с помощью WORDPRESS	155
В.А. Будусов, Д.С. Киселев. Разработка программных средств для работы с цепями маркова с дискретным временем	156
Д.С. Киселев, В.А. Будусов. Разработка информационной системы имитации действий пользователя для тестирования графического интерфейса веб-приложения.....	157
А.А. Семушкин. Современная веб-разработка с ASP .NET CORE	158
Н.Н. Степанов. Разработка веб-приложения проверки знаний с использованием компетентностного подхода	159
В.А. Минаев, А.О. Фаддеев, Т.М. Невдах. Цифровая модель оценки геодинамического риска в литосфере земли	161
Е.С. Омелюсик, Д.А. Хлебест. Методы достижения высокой отказоустойчивости программных продуктов промежуточного уровня	163
А.В. Соловьёва, Ю. А. Шейко. Методы сжатия аудиоданных с потерями.....	164
А.В. Соловьёва, Ю. А. Шейко. Компрессия аудиоданных с помощью графического преобразования.....	166
Проходский Д.В., Гриб А.С. Моделирование сервис-ориентированных приложений.....	168

Секция 5

ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРОЕКТИРОВАНИИ

В.П. Корячко, В.И. Орешков. Продукционные модели представления знаний	170
К.Г. Шитова. Разработка интеллектуальной рекомендательной системы подбора кредитных продуктов для предприятий	172
Е.О.Храмшина. Распределенные системы и алгоритмы поиска ассоциативных правил	173
А.А. Столбова, С.А. Прохоров. Исследование методов и средств спектрального анализа неэквидистантных временных рядов	175
Т.А. Фетисова, Д.В. Фетисов. Модель двухуровневого распараллеливания генетического алгоритма на графических процессорах	177
Е. С. Синицына. Создание 3D модели в САПР T-FLEX CAD 15 при разработке конструкций электронных средств	179
А.М. Парфенов. Автоматизация принятия решения о зачислении кандидата в штат сотрудников организации на основе его характеристик.....	180
Д. А. Скуров. Разработка информационной системы управления грузовой авиакомпанией.....	181
Н.С. Потапкина. Конструирование и проектирование цифрового устройства на основе ПЛИС.....	183
А. А. Кузнецов. Подходы к автоматизированному планированию занятий учебных дисциплин.....	185
Ю.С. Морозова. Анализ способов хранения данных при решении задачи многомерной трассировки	187
М.С. Ивкина. Определение границ диапазона поиска оптимального значения глубины дерева для леса решающих деревьев.....	188
Ф.В. Машков, Н.С. Лебедева. Обоснование применения эволюционного алгоритма для трассировки двухслойных каналов.....	190
А.В. Свирновский. DATA VAULT как способ организации хранилищ данных	191
А.А. Манакин, С.В. Засимов. Разработка информационной системы метрологического контроля предприятия	193
Н.С. Лебедева, Ф.В. Машков. Разработка универсального эвристического алгоритма компоновки узлов электронно-вычислительных средств	194
О.В. Крылова. Разработка программного обеспечения организации структурированного хранения объектов конфигурации	195
М. А. Клепиков, А. Н. Пылькин. Автоматизация процесса приобретения товаров народного потребления с использованием сервисов Почты России	196
Гаврилов А.Н., Колдаева К.С. Исследование алгоритма оценивания состояния дискретного канала связи	198
Д.С. Панинская. Разработка базовой несущей конструкции радиоэлектронных средств серии 482,6 мм (19 дюймов).....	199
П.С. Покровский, А.А. Бауков. Сравнительный анализ детекторов особых точек изображений при действии мешающих факторов	200
А.В. Михина. Особенности и проблемы разработки сайта интернет магазина	202
А.А. Матюхин. Методы и модели поддержания принятия решений в интеллектуальных системах	204

